

Annual Report of the Hungarian

Geophysical Institute 'Roland Eötvös' for 1978

Годовой отчет Венгерского Геофизического Института Им. Р. Этвеша за 1978 г.

A Magyar Állami
Eötvös Loránd
Geofizikai Intézet
1978. évi
jelentése





A MAGYAR ÁLLAMI EÖTVÖS LORÁND
GEOFIZIKAI INTÉZET

1978. ÉVI JELENTÉSE

ANNUAL REPORT OF THE HUNGARIAN
GEOPHYSICAL INSTITUTE „ROLAND EÖTVÖS”
FOR 1978

ГОДОВОЙ ОТЧЕТ ВЕНГЕРСКОГО ГЕОФИЗИЧЕСКОГО
ИНСТИТУТА ИМ. Р. ЭТВЕША

ЗА 1978. Г.

Szerkesztő
Sz. Kilényi Éva

ETO(UDC) 550.3/061.6/439 (Budapest) (058)
HU ISSN 0524–8655

Felelős kiadó: Müller Pál
Összeállította: Nagy Magdolna
Grafikai szerkesztő: Németh Lajos

TARTALOM

1 FÖLDTANI KUTATÁSOK	11
1.1 Komplex geofizikai kutatás a Dunántúli-középhegységben	13
1.2 A Börzsöny-hegység ércesedésének geofizikai kutatása	22
1.3 A Darnó nagyszerkezeti öv geofizikai kutatása	27
1.4 Földtani alapszelvények geofizikai vizsgálata	31
1.5 Víz- és mérnökgeofizikai kutatások	36
1.6 Geofizikai kutatás az Alföldön	39
1.7 A Mecsek-hegység szerkezeti elemeinek geofizikai kutatása	46
2 MÓDSZER- ÉS MŰSZERKUTATÁS	51
2.1 Szeizmikus módszer- és műszerkutatás	53
földkéreg- és felsőköpeny kutatás; VIBROSEIS rendszer alkalmazása kőszénkutatásban; hajófedélzeti szeizmikus előfeldolgozó rendszer, szárazföldi előfeldolgozó központ; kibővített CFS-I rendszer a szeizmikus előfeldolgozásra	
2.2 Geoelektromos módszer- és műszerkutatás	65
GP mérések fúrómagokon; DIAPIR—E műszer; GP—1/77 műszer; GP lecsengési görbék számítógépes feldolgozása; mesterséges frekvenciaszon-dázás; elektromágneses mérések; VLF invariáns ellenállás módszer; földtani-geofizikai térképek automatikus megjelenítése; háromdimenziós matematikai modellezés	
2.3 Mélyfúrási geofizikai módszer- és műszerkutatás	84
nukleáris műszerfejlesztés; nukleáris módszerfejlesztés; karotázs regisztrálók; mikroszámítógéppel vezérelt rendszer; modellszámítások fajlagos ellenállásra; tengerkutatási program	
3 FÖLDFIZIKAI KUTATÁSOK	95
földmágneses-, magnetoszféra-, árapály és paleomágneses vizsgálatok; geodéziai gravimetria; kétdimenziós digitalizáló berendezés	
FÜGGELÉK	105
könyvtári szolgálat; kiadványok	
Annual Report of the Hungarian Geophysical Institute „Roland Eötvös” for 1978	107
Годовой отчет венгерского геофизического института им. Р. Этвеша за 1978. г.	153

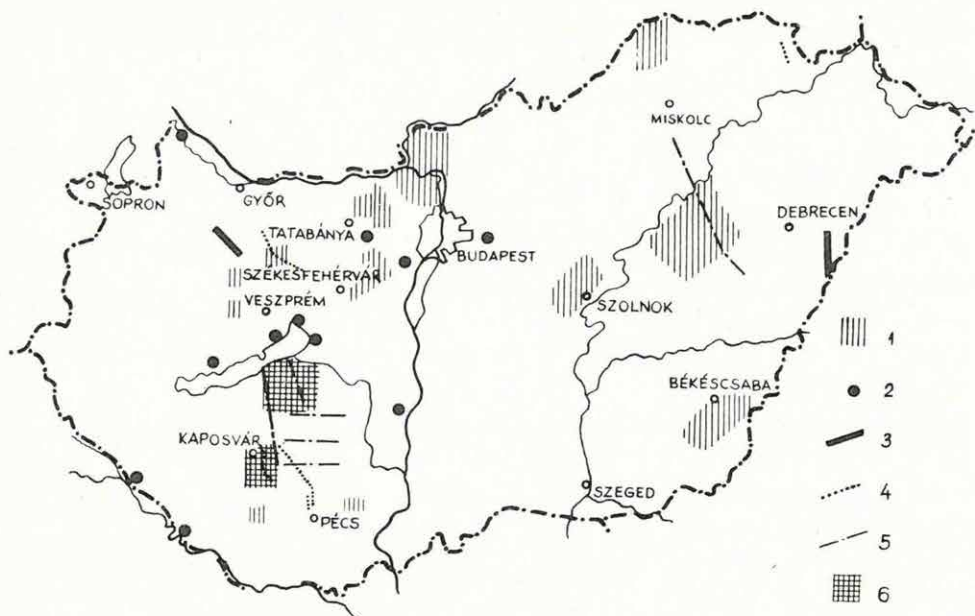
CONTENTS

1 GEOPHYSICAL PROSPECTING	111
2 INSTRUMENTAL AND METHODOLOGICAL RESEARCH	119
2.1 Seismic	121
Investigation of the Earth's crust and upper mantle; application of the VIBROSEIS system in coal exploration; off-shore and on-shore seismic preprocessing centre; extended CFS-I system, for seismic preprocessing	
2.2 Geoelectric	128
IP measurements on cores; DIAPIR-E instrument; GP - 1/77 instrument; computer processing of IP decay curves; frequency domain electromagnetic measurements; TURAM electromagnetic measurements; VLF invariant resistivity method; automatic plotting of geological-geophysical maps; three dimensional mathematical modelling	
2.3 Well-logging	140
nuclear instrument development; nuclear methodological research; well logging registrators; microcomputer controlled well logging and express processing system; model computations; Ocean Research Program	
3 EARTH PHYSICAL RESEARCH	147
magnetic variations, magnetospheric research; study of the tidal phenomena; paleomagnetic investigations; geodetic gravimetry; two-dimensional digitizer	
APPENDIX	154
Library; publications	

СОДЕРЖАНИЕ

1. ГЕОЛОГО-РАЗВЕДОЧНЫЕ РАБОТЫ	155
2. ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ РАЗРАБОТКИ МЕТОДОВ И АППАРАТУРЫ	165
2.1 Сейсморазведка	167
Изучение строения земной коры и верхней мантии; применение системы ВИБРОСЕЙС в разведке месторождений каменных углей; бортовая система для предварительной обработки сейсмических данных, наземный центр для предварительной обработки данных; расширенная конфигурация системы CFS-1 для предварительной обработки данных.	
2.2 Электроразведка	175
Анализ буровых кернов по методу ВП; аппаратура типа ДИАПИР-3; аппаратура типа GP-1/77; обработка кривых затухания ВП на ЭВМ; искусственное частотное зондирование; электромагнитные исследования; метод инвариантных сопротивлений СДВР; автоматическое представление геолого-геофизических карт; трехмерное математическое моделирование.	
2.3 Промысловая геофизика	188
Разработка аппаратуры РК; разработка методики РК; устройства для записи каротажных кривых; система, управляемая микро-ЭВМ; модельные вычисления для определения удельных сопротивлений; программа морских исследований.	
3. ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ ФИЗИКИ ЗЕМЛИ	195
Исследование геомагнитного поля, магнитосферы, земных приливов и палеомагнитные исследования; устройство для двухмерного представления данных в цифровой форме.	
ДОПОЛНЕНИЕ	202
работа библиотеки; публикации	

1 FÖLDTANI KUTATÁSOK



1. ábra. Az ELGI terepi kutatásai

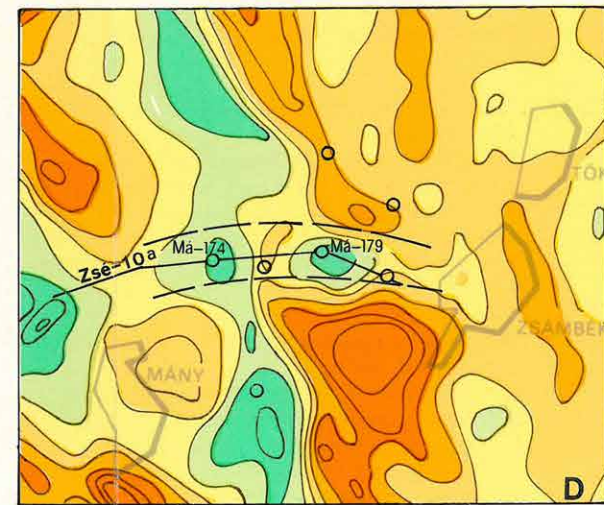
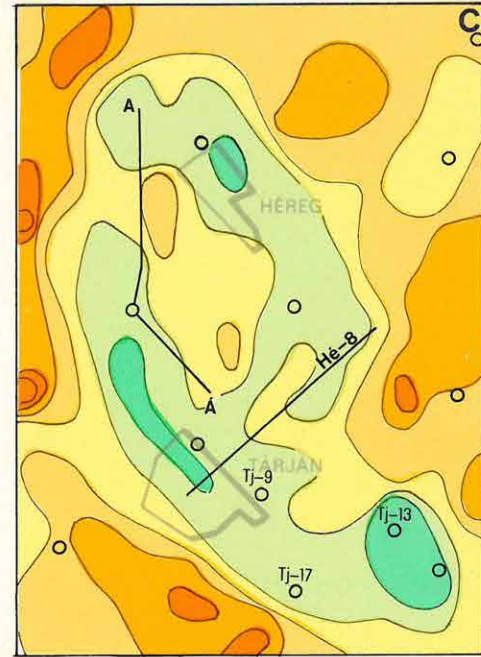
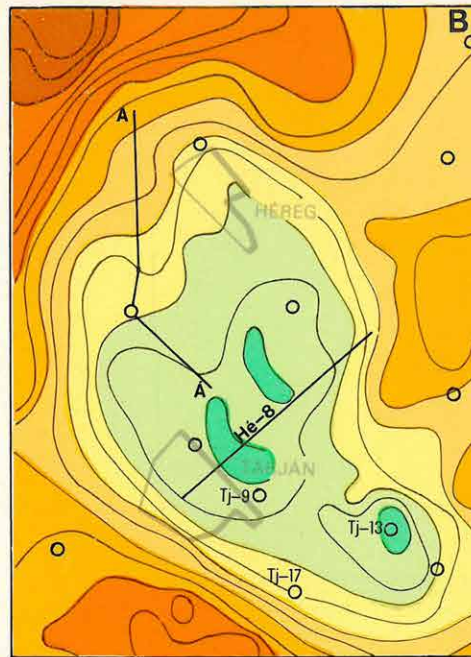
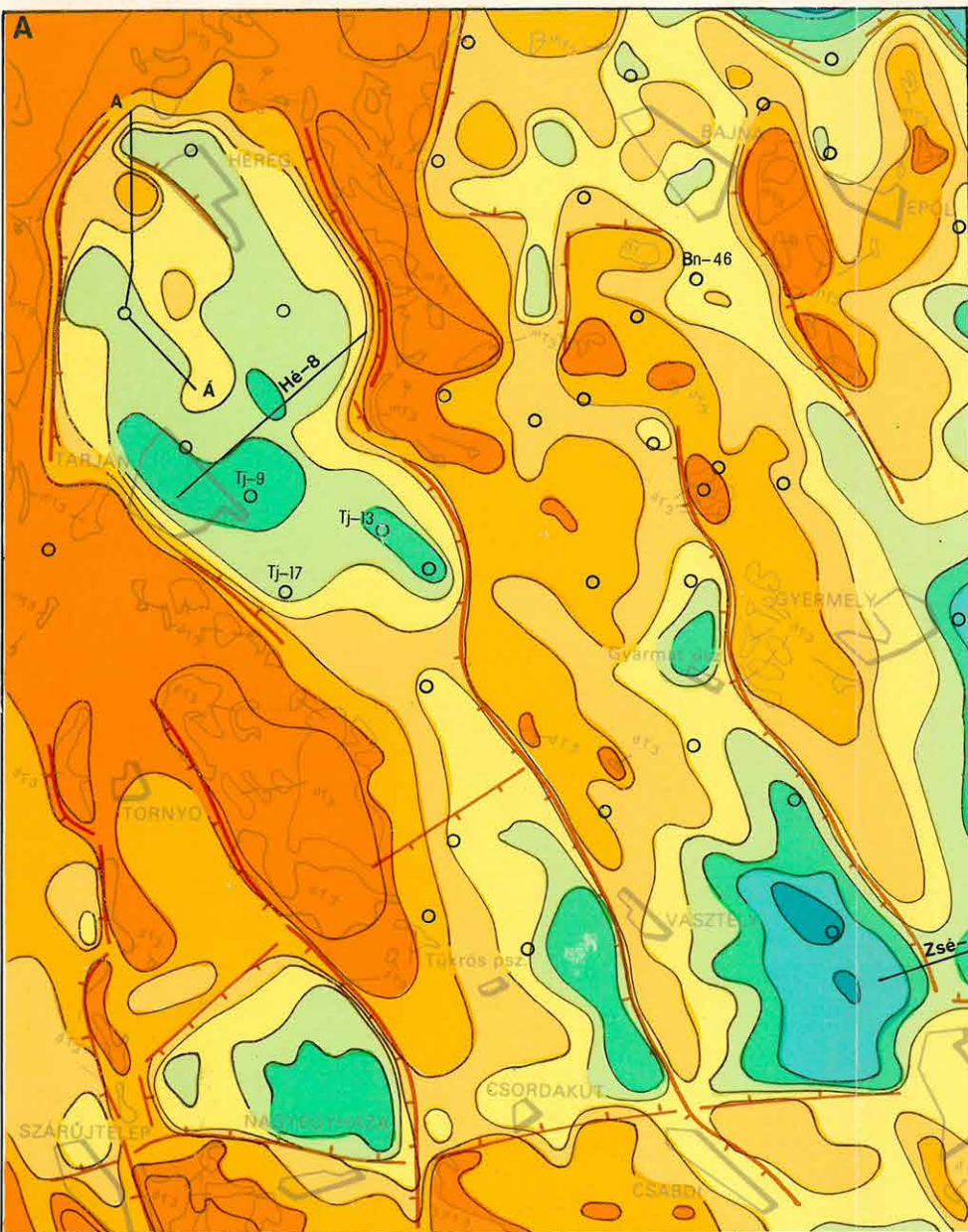
- 1 – ásványi nyersanyagok komplex kutatása
- 2 – mérnökgeofizikai és vízföldtani kutatások
- 3 – földkéreg- és litoszféra-kutatás
- 4 – szeizmikus kutatás
- 5 – geoelektromos szelvény menti mérés
- 6 – geoelektromos területi mérés

Fig. 1. Field work 1978

- 1 – integrated prospecting for minerals
- 2 – hydrogeological and civil-engineering projects
- 3 – crustal and lithospheric investigation
- 4 – seismic field work
- 5 – geoelectric profiles
- 6 – geoelectric network

Рис. 1. План района полевых работ, проведенных ЭЛГИ

- 1 – комплексная разведка месторождений полезных ископаемых,
- 2 – инженерно-геологические работы и геологоразведочные работы для изучения мелких глубин,
- 3 – исследование земной коры и литосферы,
- 4 – сейсморазведочные работы,
- 5 – электроразведочные работы по профилям,
- 6 – площадная электроразведочная съемка



1 ○ 2 —



2. ábra. A geofizikai mérések eredménye a Gerecse hegység DK-i előterében
 A – Triász időszaki medencealjzat domborzati képe
 B – Bouguer-anomália térkép a héreg-tarjáni medencében
 C – Gravitációs maradék-anomália térkép a héreg-tarjáni medencében
 D – Gravitációs maradék-anomália térkép a Mátyás-hegyi területen
 1 – fontosabb fúrások; 2 – a 3. és 8. ábra szelvényeinek nyomvonala

Fig. 2. Results of geophysical survey in the SE foreground of the Gerecse Mountains

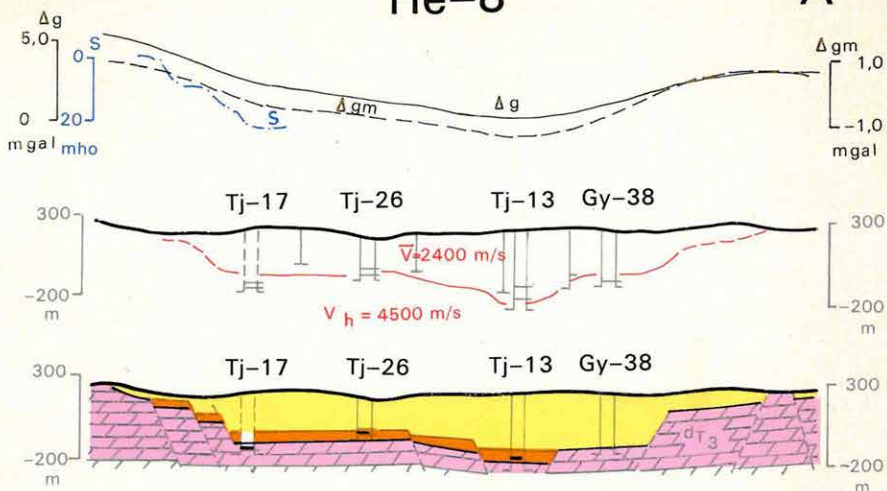
- A – Contour map of Triassic basement
 B – Bouguer anomaly map in the basin of Héreg and Tarján
 C – Gravity residual anomaly map in the Héreg-Tarján basin
 D – Gravity residual anomaly map of the survey area Mátyás-hegyi
 1 – boreholes of importance; 2 – location of cross sections of Fig. 3

Рис. 2. Результаты геофизических исследований в юго-восточном предгорье гор Герече

- A – Карта рельефа триасового основания,
 B – Карта аномалий Буге бассейна Херег-Тарьян,
 C – Карта остаточных аномалий поля силы тяжести бассейна Херег-Тарьян
 D – Карта остаточных аномалий поля силы тяжести района Матъ Восток-Жамбек
 1 – основные скважины, 2 – линии профилей, представленных на рис. 3

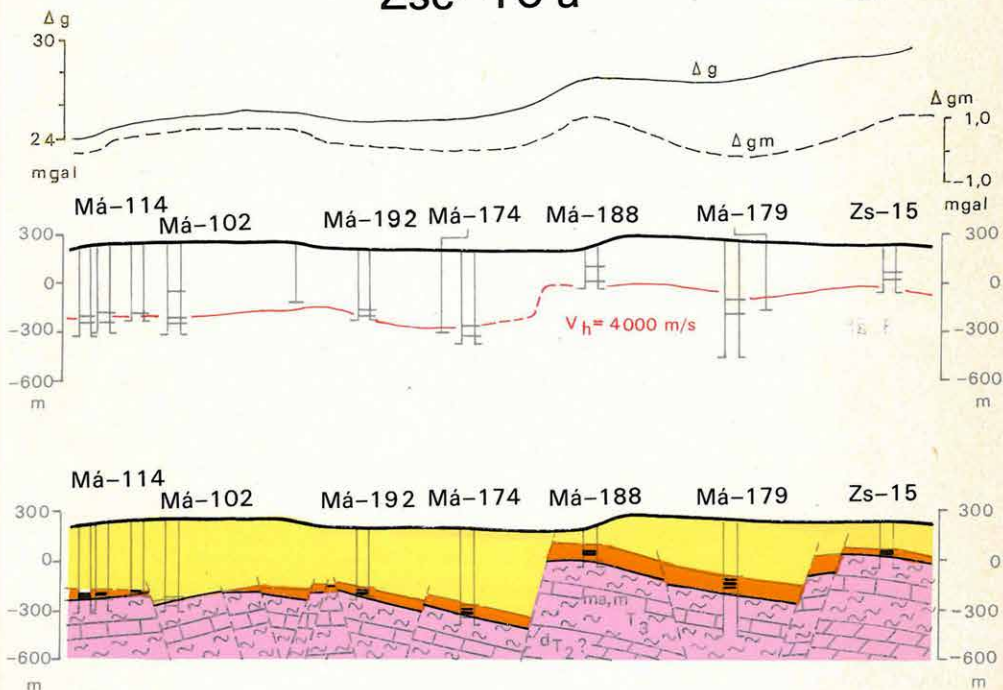
Hé-8

A



Zsé-10 a

B



3. ábra. Szénkutató geofizikai szelvények és földtani értelmezésük
A – Hé-8 geofizikai szelvény
B – Zsé-10a geofizikai szelvény

- Fig. 3. Coal exploration geophysical cross sections and their geological interpretation
A – Geophysical cross section Hé-8
B – Geophysical cross section Zsé-10a

- Рис. 3. Геофизические углеразведочные профили с их геологической интерпретацией
А – геофизический профиль Hé-8,
В – геофизический профиль Zsé-10a

árok (18 km hosszúságban). Az első három tektonikai árok D-i végződésénél van a nagygyeházi, a csordakúti és a mányi szénmező, amelyek közel K–Ny-i irányú vonulatot alkotnak. Ez vezetett ahhoz a kutatási koncepcióhoz, hogy a negyedik jelentősebb szénmezőt a Máty K–Zsámbék–Gyermely–Bajna tektonikai árok D-i végződésénél kell keresni, ha a meglevő meddő fúrások között a geofizikai méréseknek sikerül ezt valószínűsíteni. Egy ilyen szerkezeti elemre, mégpedig egy K–Ny irányú, kisebb medencékre tagozódó mélyvonulatra először az 1974-ben végzett hálózatsűrítő gravitációs mérések hívták fel a figyelmet. A 2/D ábra gravitációs maradék-anomália térképe jól mutatja a mányi szénmedence felől Zsámbék irányába húzódó minimumvonulatot (szaggatott fekete vonallal jelölve). A terület akkori geofizikai kutatásáról és a fúrásokra tett javaslatról az 1975. Évi Jelentésben számoltunk be.

A tektonikai árkok É-i végződése nehezebben áttekinthető képet mutat az É–D és a K–Ny irányú vetőrendszerek megjelenése miatt. Ugyanakkor a Tj–9 és Bn–36 alapfúrás felhívta a figyelmet arra, hogy az árkok É-i végződésénél is feltételezhető műrevaló barnakőszén.

A felderítő fúrási terv összeállítása megkövetelte az aszimmetrikus tektonikai árok felépítésének részletes tisztázását is. Ennek módszerét a 2. ábrán mutatjuk be. Miután a felszíni földtani térképezés körülhatárolta a héreg–tarjáni medencét, a Bouguer-anomália térkép jelezte a medencén belül az aljzat domborzatát (2/B ábra). Az ebből számított másodlagos anomália-térkép (2/C ábra) felhívta a figyelmet arra, hogy a medence tulajdonképpen két aszimmetrikus tektonikai árok, amelyek között az aljzat ÉNy–DK irányú gerincevonulatot alkot. A komplex geofizikai szelvényhálózat méréseivel ezután részletesebben körülhatároltuk a héregi, a tarjáni és az attól DK-re levő részmedencét (2/A ábra). Ezután a részmedencéken belül azoknak a 0,5–1 km² nagyságú tektonikai egységeknek a körülhatárolására került sor, amelyeket 50–100 m-es vetők választanak el egymástól (3. A ábra, Hé–8 szelvény). A későbbi fúrások telepítésénél feltételeztük, hogy ezeken a kisebb tektonikai blokkokon belül azonos az ősföldrajzi kifejlődés. A jellemző helyen mélyített fúrás földtani rétegsora az egész blokk rétegsorát – így a barnakőszén telepét is – reprezentálhatja.

A tarjáni medence DNy–ÉK irányú metszetére ugyancsak a Hé–8 szelvény jellemző. Az előzőekben említett eljárással a tarjáni medencében kitért Tj–17 fúrás a Ny-i peremi vető tövében az eddig talált legvastagabb széntelepeket harántolta (17,5 m összvastagság, 5100 kcal/kg átlagos fűtőérték). A Tj–13 fúrás felé haladva a széntelepes összlet fokozatosan meddővé válik.

A Máty K–Zsámbék között feltárt barnakőszén-terület szerkezetét a Zsé–10a szelvény (3. B ábra) szemlélteti. A Má–174 és a Má–179 fúrások

között kiemelkedő karni márga magasrög és annak térbeli helyzete első-sorban a gravitációs mérések másodlagos feldolgozása révén vált ismertté (2/D ábra). A Má-188 fúrás igazolta az előzetes elképzelést, és az emelt helyzetű blokkon is jelentős vastagságú széntelepet harántolt.

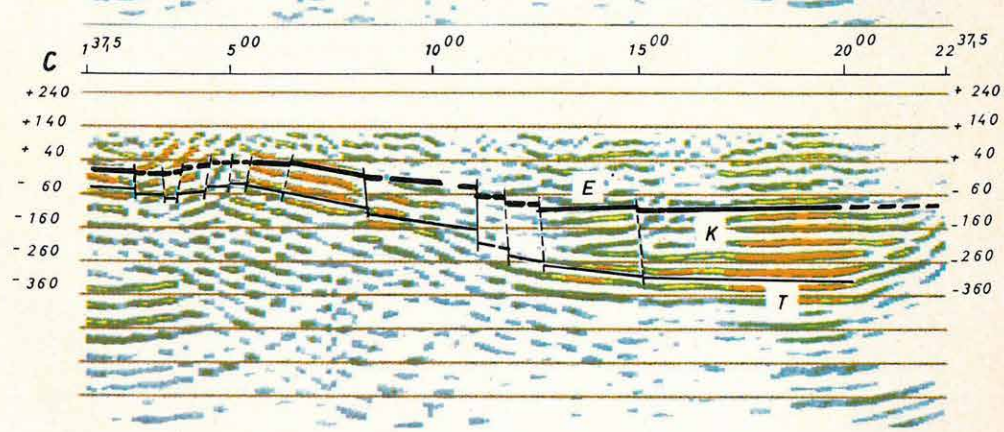
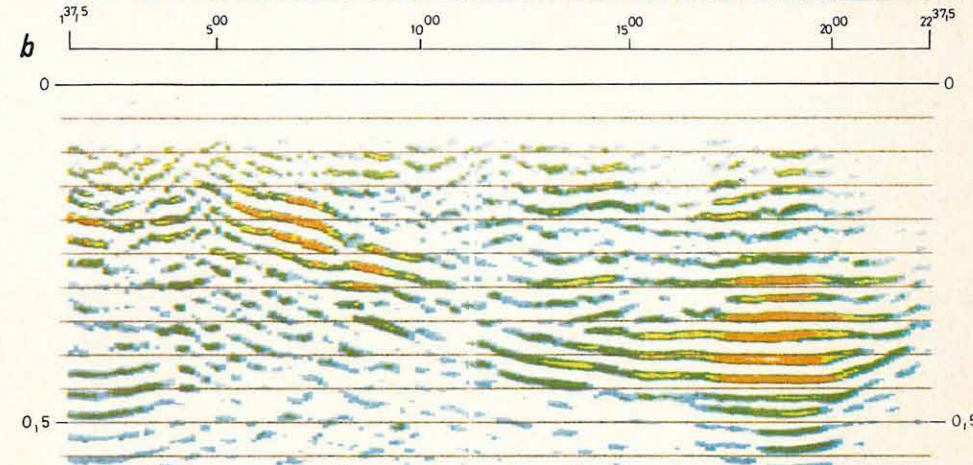
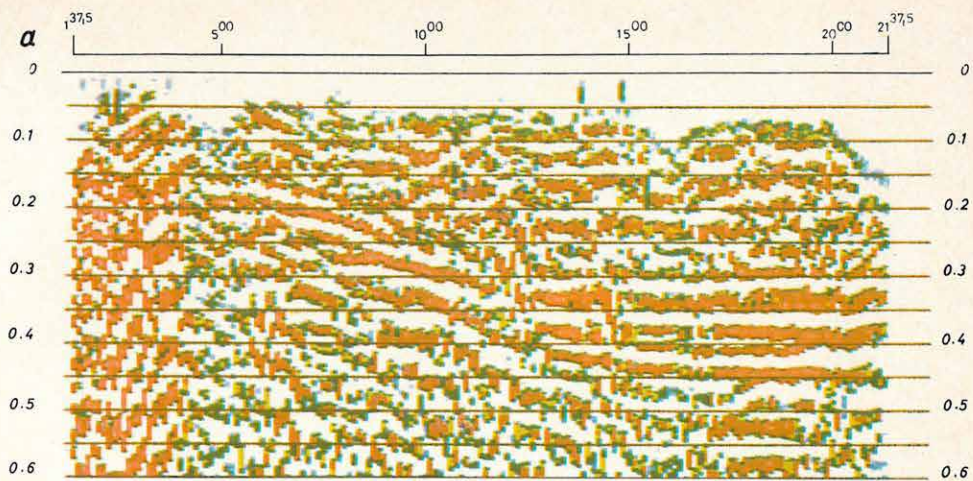
Az eocén program elősegítésére kísérleti szeizmikus reflexiós méréseket végeztünk a Dudari Szénbánya területén annak eldöntésére, hogy milyen értékű geofizikai információk szerezhetők a részletes fúrási tevékenység tervezéséhez. A kutatás feladata a 200–500 m mélységben fekvő széntelepes összlet, valamint a fedő és fekvő települési viszonyainak vizsgálata. A számítógépes feldolgozás során az időszelvényt (4/a ábra) a szelvény menti sebességváltozás figyelembevételével készítettük el. Migráció után, 30–60 Hz-es sávszűrést alkalmazva készült a 4/b ábra, majd ennek mélység-szelvénye (4/c ábra). Ezen feltüntettük a geofizikai és fúrási adatokon alapuló földtani értelmezést. A szelvény mentén a vetők helyének és az elmozdulások hozzávetőleges méretének meghatározása kb. az $M=1:10\,000$ méretaránynak megfelelő. A barnakőszénmező szerkezeti elemeinek végső tisztázása szükségessé teszi, hogy a kutatás végén a fúrási hálózatnál sűrűbb geofizikai szelvényhálózat legyen, amelynek révén a vetőrendszerek térbeli kijelölése és a határfelületek földtani értelmezése megfelelően elvégezhető.

Az eocén program keretén belül a Tükröspusztá környékén feltárt bauxitok további nyomozása a bauxitkutatásban alkalmazott geofizikai eljárások együttesével célszerű. Ezen telepek térbeli kiterjedése lényegesen kisebb, mint a tarjáni vagy zsámbéki szénmezőké; kutatásuk más geofizikai módszereket, sűrűbb szelvényhálózatot igényel.

Bauxitkutatás

1978-ban a Bauxitkutató Vállalat elkészítette az Iharkút-I. bauxit-koncentráció földtani zárójelentését, és egyidejűleg megindult a termelés is. Az évekig tartó kutatás során az összehangolt földtani-geofizikai megismerés következő rendszere alakult ki:

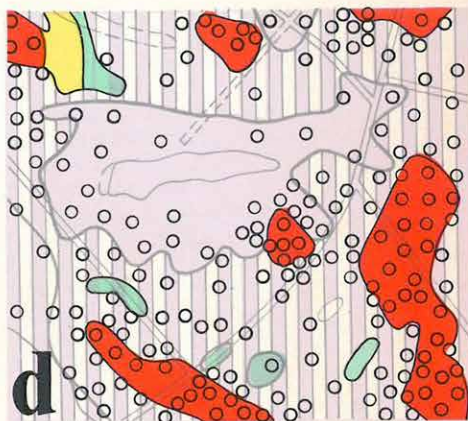
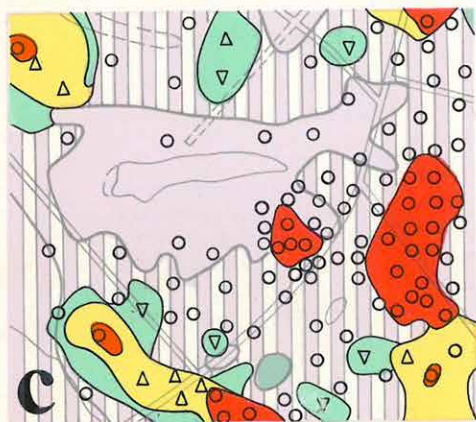
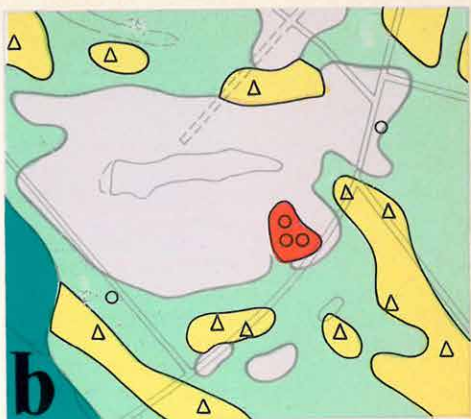
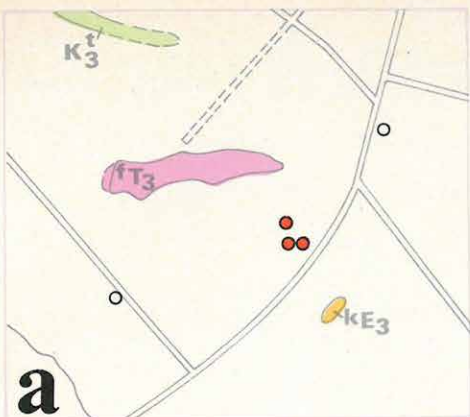
Az I. lencse felfedezése után kezdődtek a geofizikai mérések. Ekkor még csak a felszíni földtani térkép és néhány térképező fúrás információja állt rendelkezésünkre (5/a ábra). A geofizikai méréseket átnézetes kutatással (VLF, PM, VES, stb.) kezdtük. A mérések első fázisának eredménye (5/b térképvázlat) a felderítő fúrásokra és egyben a további, részletező mérésekre tett javaslat volt. A további kutatásból kizárhatók voltak azok a területrészek, ahol a VLF mérések alapján a nagy ellenállású földolomitot a felszínközelségben levőnek tételeztük fel (szürke színnel jelzett terület). Ez a földtani térképezés által megadott kibúvások területénél jóval na-



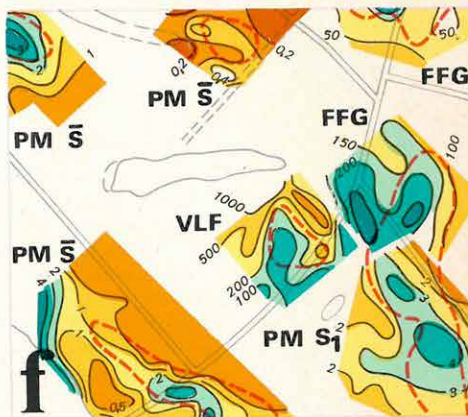
4. ábra. Da-1/78 szeizmikus reflexiós szelvény
- a – Reflexiós időszelvény amplitúdó szerinti színezéssel
 - b – Reflexiós időszelvény migrált és szűrt változata (szűrés: 30–60 Hz)
 - c – Reflexiós mélységszelvény migrált és szűrt változata (szűrés: 30–60 Hz)

- Fig. 4. Reflection seismic profile Da-1/78
- a – reflection time section coloured according to reflection amplitude
 - b – migrated and filtered reflection time section (filter: 30–60 Hz)
 - c – migrated and filtered depth section (filter 30–60 Hz)

- Рис. 4. Разрез по сейсмическому профилю МОВ Da-1/78
- a – временной разрез МОВ с окраской по амплитудам,
 - b – вариант временного разреза МОВ с миграцией и фильтрацией (фильтрация: 30–60 гц),
 - c – вариант глубинного разреза МОВ с миграцией и фильтрацией (фильтрация: 30–60 гц)



0 200 m



5. ábra. A geofizikai-földtani megismerés folyamata az iharkúti I bauxit-koncentráció területén
- a – Földtani ismeret a geofizikai mérések indulásakor
 - b – A geofizikai mérések eredménye az áttekintő kutatás szakaszában
 - c – A geofizikai mérések eredménye a felderítő kutatás szakaszában
 - d – A geofizikai mérések eredménye a részlemező kutatás szakaszában
 - e – A triász időszaki medencealjazat mélységtérképe
 - f – Jellemző geofizikai paramétertérképek
- 1 – triász földolomit a felszínen; 2 – kréta terresztrikum; 3 – felső eocén konglomerátum; 4 – meddő fúrás; 5 – bauxitos fúrás; 6 – javasolt fúrás; 7 – javasolt ellenőrző fúrás; 8 – földolomit felszínközelségben; 9 – közepes mélységű meddő terület; 10 – bauxitra perspektivikus terület; 11 – továbbkutatandó terület; 12 – bauxittest elterjedése; 13 – a bauxittest határa;

Fig. 5. History of the geological-geophysical investigation of the Iharkút bauxit-concentration No I.

- a – geological informations before starting the geophysical survey
 - b – results of geophysical survey of scale 1:10,000
 - c – results of geophysical survey of scale 1:5,000
 - d – results of geophysical survey of scale 1:2,000
 - e – Contour map of Triassic basement
 - f – maps of characteristic geophysical parameters
- 1 – Triassic dolomite outcrop; 2 – Cretaceous terrigenous sediments; 3 – upper Eocene conglomerate; 4 – borehole without bauxite; 5 – borehole with bauxite; 6 – proposed borehole; 7 – proposed check borehole; 8 – nearsurface Triassic dolomite; 9 – non bauxite containing area of medium depth; 10 – bauxite promising areas; 11 – areas proposed for further exploration; 12 – extension of bauxite body; 13 – limit of bauxite body

Рис. 5. Порядок геолого-геофизического изучения района бокситового месторождения Ихаркут – I

- a – геологические сведения во время начала геофизических работ,
 - b – результаты геофизических работ на этапе рекогносцировочной съемки,
 - c – результаты геофизических работ на этапе поисковой съемки,
 - d – результаты геофизических работ на этапе детальной разведки,
 - e – карта глубины залегания триасовых отложений,
 - f – карта характерных геофизических параметров
- 1 – триасовые главные доломиты на поверхности, 2 – материковые отложения мелового возраста, 3 – конгломераты верхнего эоцена, 4 – непродуктивные скважины, 5 – скважины, вскрывшие бокситы, 6 – места, предлагаемые для бурения скважин, 7 – места, предлагаемые для бурения контрольных скважин, 8 – главные доломиты вблизи поверхности земли, 9 – непродуктивные участки средней глубины, 10 – участки, перспективные на бокситы, 11 – участки, предлагаемые для дополнительного изучения, 12 – участки развития бокситового тела, 13 – границы бокситового тела

gyobbnak bizonyult. A „peremi vetőn” túli, 200 m-nél nagyobb mélységű, a vázlaton késsel jelölt területet is elkülönítettük. A megmaradó (zöld) terület a reménybeli; ezen belül kijelölhetők a mélyebb részmedencék, árkok (sárgával jelölve), amelyek már közvetlenül bauxittároló szerkezetnek tételezhetők fel. A fúrásokat ide javasoltuk. A jelenlegi aljzat domborzatát helyenként a bauxit keletkezése utáni mozgások hozták létre, ezért a nagy elmozdulású (tehát jól kutatható) szerkezeti elemek nem mindig kapcsolatosak a bauxittal.

Az első fázis után telepített fúrások több bauxittestet tártak fel, egy sor meddő fúrás pedig tisztázta, hogy melyek a fiatal (tehát a bauxitkeletkezéssel genetikai kapcsolatban nem levő) süllyedékek. Egyidejűleg ellenőrző fúrások igazolták, hogy a VLF mérések eredményei alapján meddővé nyilvánított területen az aljzat valóban 5 m-nél kisebb mélységben van. A fúrásokkal egyidőben került sor a második fázis méréseire; ebben egyrészt sűrítettünk mérési pontokat, másrészt a nagyobb felbontóképességű eljárásokat (FFG, sekély szeizmikus mérések, stb.) is felhasználtuk. A második fázis eredménytérképén (5/c térképvázlat) az előző fázissal elkülönített területeken kívül (ezek határa finomodott) kijelölhettük a fúrással igazolt bauxittestek feltételezett kiterjedését (sárga) vagy az analógia alapján feltételezett további reménybeli területeket (zöld). A fedett területek egy része is meddőnek bizonyult (függőlegesen sávozott, szürkészínű terület).

A részletező fúrási fázissal együtt végeztük el a harmadik fázis méréseit, amelynek célja egy-egy bauxittest lehatárolása, azaz a pontosabb adat-szolgáltatás a készletszámításhoz. Ennek eredményét az 5/d vázlaton mutatjuk be. Az összes fúrásos és geofizikai adatból szerkesztettük meg a triász időszaki aljzat (a bauxit fekvő) mélységtérképét (5/e ábra). A zárójelentéshez e térkép $M = 1 : 2000$ méretarányban készült, és ennek megfelelő pontossággal tükrözi az aljzat domborzatát.

A vázolt kutatási eljárás az első két fázis során jelentősen csökkentheti a mélyfúrásos kutatás költségeit, de ennél sokkal jelentősebb az időbeni megtakarítás. Megköveteli viszont a földtani felvétel, valamint a mélyfúrásos és a geofizikai kutatás szoros együttműködését; a geofizikai kutatáson belül pedig a módszerek és a kiértékelési modellek folyamatos változtatására, optimalizálására van szükség. Egyik módszerrel egy fajta, másik módszerrel másik fajta bauxittároló szerkezet mutatható ki. Ha a megfelelő módszerrel a kérdéses helyen a mérés elmarad, a szerkezet is ismeretlen maradhat; erre példaként bemutatjuk azokat az anomáliatérképeket, amelyek egy-egy bauxittároló szerkezetet először jeleztek (5/f vázlat).

Az 5/d vázlattal kapcsolatban említett „lencselehatároló” méréseknél sikeresen használtuk a módszertani részben (2.2 fejezet) ismertetett VLF-IR eljárást.

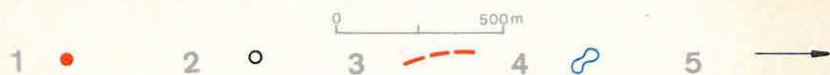
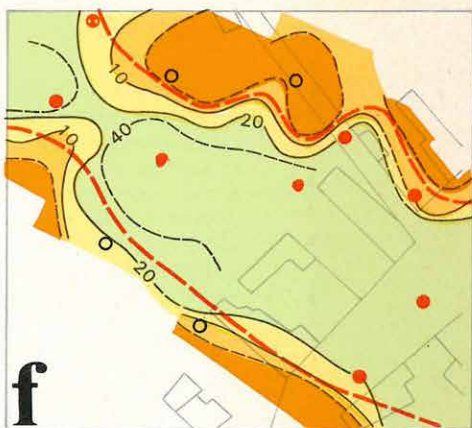
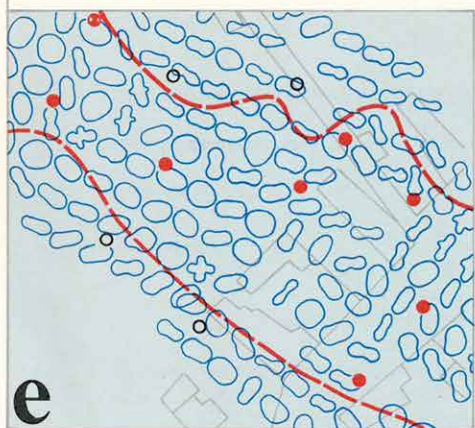
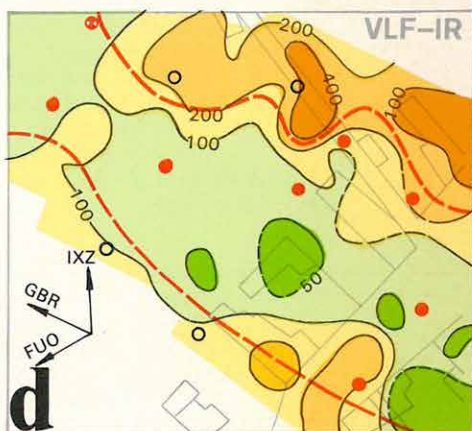
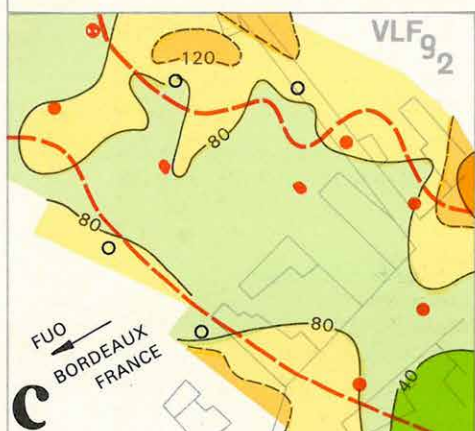
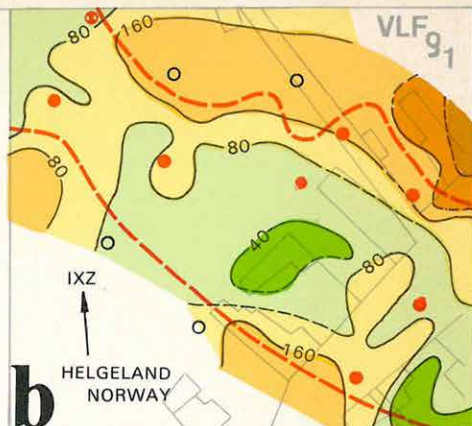
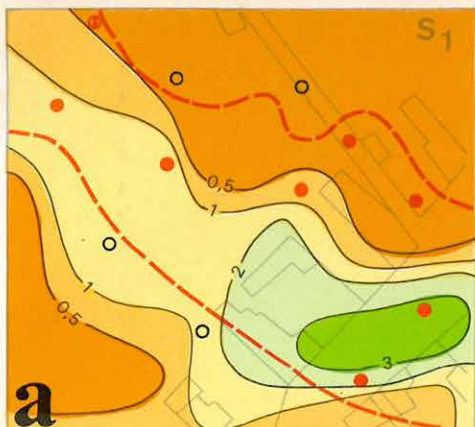
Az iharkúti V. sz. lencse ÉNy–DK csapású, keskeny, mély árokban helyezkedik el. A 6/a. ábrán a 25 m-es hálózatu potenciáltérképezés vezetőképesség-térképét mutatjuk be a fúrások feltüntetésével.

A fúrások sűrítése egyrészt igen drága, másrészt időigényes lett volna. Ehelyett VLF–IR térképezést végeztünk 10 m-es hálózatban. A hagyományos (egy adóval történő) VLF ellenállás – térképezés az adó irányára merőleges szerkezeti elemeket emeli ki, míg az ezzel párhuzamos elemeket nem jelzi. A 6/b és a 6/c ábrán két különböző irányú adóval mért ellenállás-térképet mutatunk be. Ezek meglehetősen különböznek egymástól. Ugyanakkor a számítógépes feldolgozásból kapott invariáns ellenállás térkép (6/d ábra) jól körvonalazza az árok határát. A 6/e ábrán a negyedrendű ellenállás ellipsziseket ill. lemniszkátákat tüntettük fel. Homogén („vízszintesen rétegzett”) rétegsor csak ott lehet, ahol az ellenállás ellipszis megközelítőleg kör alakú. Az ellipszisek torzulásából ellenállás inhomogenitásra, tehát kiékelődési és/vagy tektonikai vonalra következtethetünk. Például a lencse ÉNy-i részén levő lemniszkáták nagytengelyének elfordulása hívta fel a figyelmet a bauxittestet elvékonyító, dolomit „gátra”.

A kiegészítő szondázások és potenciáltérképezés adatait a fúrásokkal közösen értelmezve, nagy pontosságú fekütkép (6/f ábra) szerkeszthető és megadható a bauxittest határa is. Ezt a készletszámításnál is felhasználták. Az ilyen típusú méréseknek nemcsak a jelentős fúrási költség és az időmegtakarítás miatt van létjogosultságuk, hanem a leművelési tervet is ennek figyelembevételével lehet elkészíteni.

Más jellegű feladatot jelentett a Bakonyoszlop környékén végzett bauxitkutatás is. A triász földolomit bemélyedéseiben található bauxitot tömör, vastag eocén mészkő fedi. A hagyományos geofizikai módszerek (vertikális elektromos szondázás és szeizmikus refrakciós mérés) számára az eocén mészkő nagy ellenállású és nagy sebességű vezérszint, így az esetek többségében a bemélyedés ilyen módszerekkel felderíthetetlen marad. Bakonyoszlop környéke ezért 1972 óta kísérleti területté vált, ahol a különböző egyenáramú (PM, FFG), elektromágneses (VLF, TURAM, frekvenciaszondázó) és szeizmikus reflexiós módszereket próbáljuk ki hazai és külföldi műszerekkel. Ezek közül az optimalizált PM (potenciáltérképezés) az FFG (fúrólyuk-felszíni gradiens), a VLF és a TURAM módszerek adtak kedvező eredményeket az árnyékoló eocén mészkővel fedett bauxittárolók kutatásában. Egyes módszerek kísérleteiről előző Évi Jelentésünkben már beszámoltunk. Az újabb TURAM kísérletekre példaként az 56. ábra szolgál (2.2 fejezet).

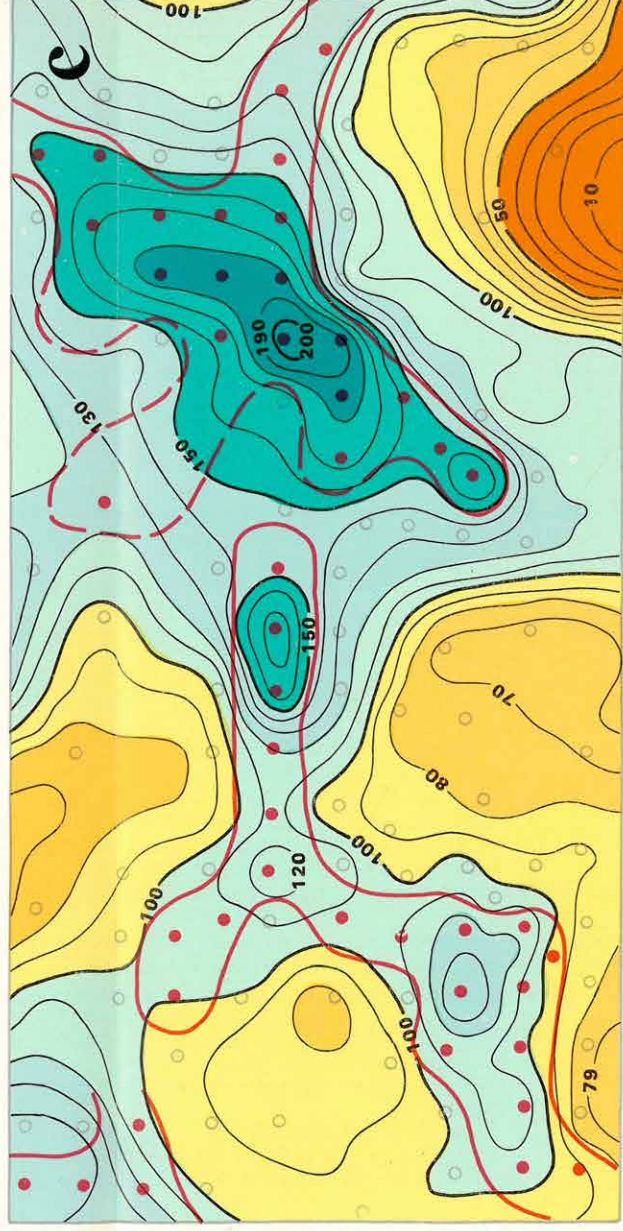
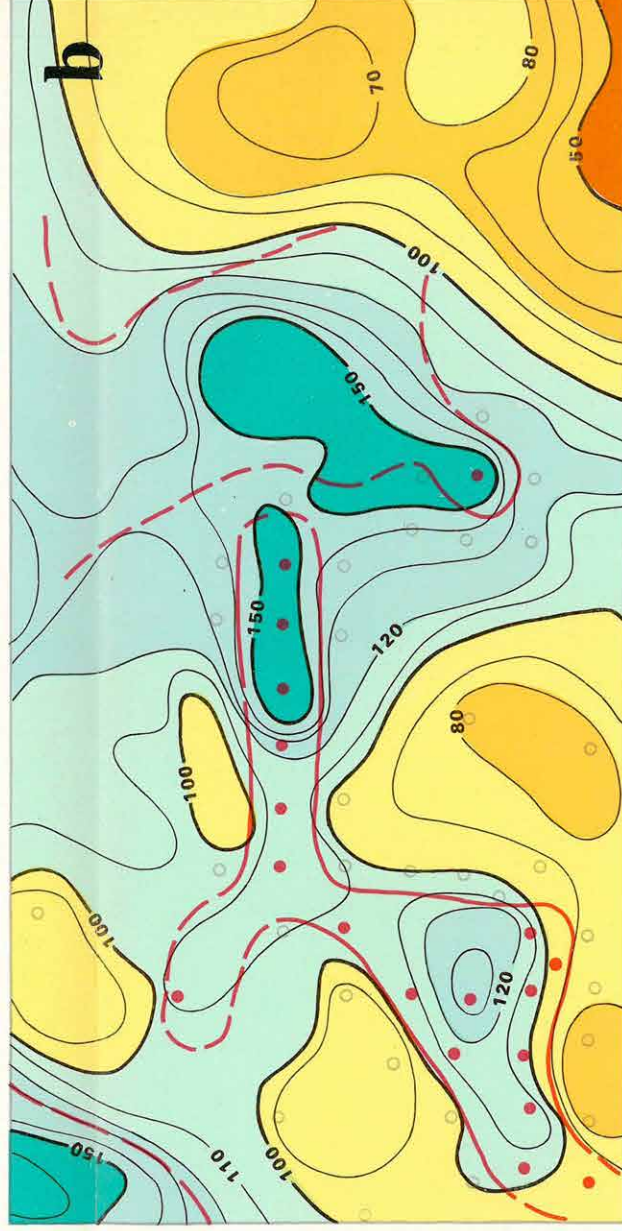
A terepi mérések feldolgozását, a földtani-geofizikai adatok komplex értelmezését nagymértékben számítógépek segítségével végezzük. A geofizikai mérések és a számítógépes komplex feldolgozás hatékonyságára a 7. ábrát mutatjuk be. A 7/a ábra egy részterület geofizikai mérések előtti



6. ábra. Bauxitlencsét lehatároló mérések VLF-IR eljárással
- a – A potenciáltérképezés vezetőképesség-térképe;
 - b – VLF ellenállástérkép a Helgeland FÜO, Norway rádióállomás felhasználásával;
 - c – VLF ellenállástérkép Bordeaux IXZ, France rádióállomás felhasználásával;
 - d – Invariáns ellenállástérkép;
 - e – Negyedrendű ellenállás ellipszisek;
 - f – Bauxit feküetérkép;
 - 1 – produktív fúrás; 2 – meddő fúrás; 3 – a bauxittest feltételezett határa; 4 – VLF negyedrendű ellipszis; 5 – a VLF rádióállomás iránya;

- Fig. 6. VLF-IR measurements for contouring bauxite bodies
- a – conductivity map of PM measurements
 - b – VLF map, transmitter: Helgeland FÜO, Norway
 - c – VLF map, transmitter: Bordeaux IXZ, France
 - d – Invariant resistivity map
 - e – ellipses of fourth order
 - f – contour map of bauxite basement
 - 1 – borehole with bauxite; 2 – borehole without bauxite; 3 – supposed limits of bauxite body; 4 – VLF ellipse of fourth order; 5 – direction of VLF transmitter

- Рис. 6. Район разведочных работ, оконтуривавших бокситовую залежь по методу инвариантного СДВР
- a – карта проводимости, построенная по данным потенциально-картирования,
 - b – карта сопротивлений по методу СДВР с использованием данных радиостанций Хельгеланд ФИО, Норвегия ,
 - c – карта сопротивлений по методу СДВР с использованием данных радиостанции Бордо IXZ, Франция,
 - d – карта инвариантных сопротивлений,
 - e – эллипсы сопротивления четвертого порядка,
 - f – карта подошвы бокситовой залежи
 - 1 – продуктивные скважины, 2 – непродуктивные скважины, 3 – предполагаемые границы бокситового тела, 4 – эллипсы СДВР четвертого порядка, 5 – направление радиостанции СДВР



7. ábra. Kísérleti mérések eocén mészkővel fedett bauxittárolók felett

- a – Földtani ismeret a geofizikai mérések indulásakor, a bauxit-vastagságok feltüntetésével
- b – A triász időszaki medencealjzat mélységtérképe a geofizikai mérések alapján
- c – A triász időszaki medencealjzat mélységtérképe a fúrások adatai alapján
- 1 – meddő fúrás; 2 – produktív fúrás; 3 – a bauxit elterjedési határa; 4 – a triász aljzat felszíntől számított mélységvonala

Fig. 7. Experimental measurements above bauxite containing structure, covered by Eocene limestone

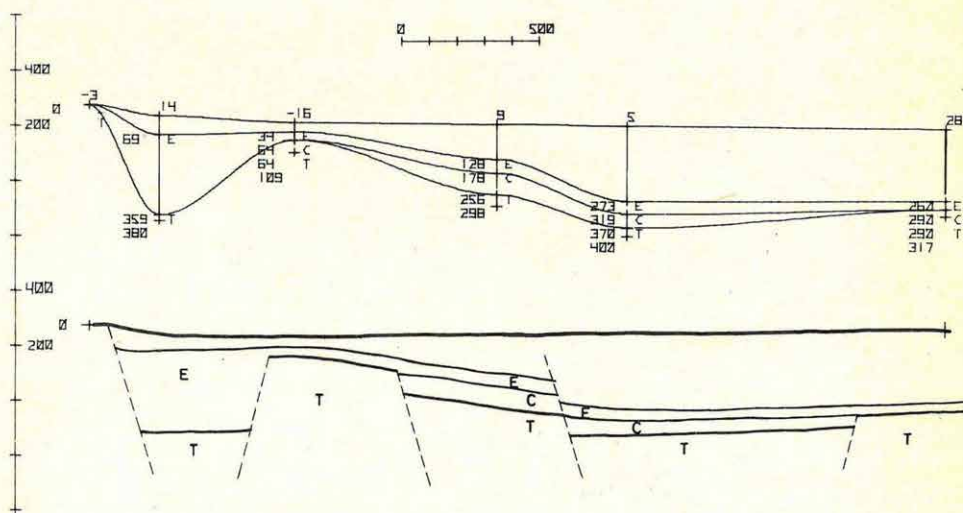
- a – Geological informations before starting the geophysical survey
- b – Contour map of Triassic basement from geophysical data
- c – Contour map of Triassic basement from borehole data
- 1 – borehole, without bauxite; 2 – borehole with bauxite; 3 – limits of bauxite body; 4 – contour lines of Triassic basement

Рис. 7. Экспериментальные наблюдения над бокситовыми месторождениями, перекрытыми эоценовыми известняками

- a – геологические сведения, имевшиеся во время начала геофизических работ, с указанием мощностей бокситовых залежей,
- б – карта глубин залегания триасовых отложений по данным геофизических работ,
- с – карта глубины залегания триасовых отложений по данным бурения
- 1 – непродуктивные скважины, 2 – продуктивные скважины, 3 – границы развития бокситов, 4 – глубина залегания триасового основания от дневной поверхности

helyzetképét mutatja be, ahol meddő fúrásokkal körülvett perspektivikus bauxittároló szerkezetek láthatók. A 7/b ábra a dolomit fekünek geofizikai mérések és az addigi fúrási adatok alapján szerkesztett mélységtérképe. Ezen jól láthatók a bauxitra reményteljes további bemélyedések; piros vonallal jeleztük a bauxit szempontjából reményteljes területek határait. A 7/c ábra a fekünek az újabb fúrások adataiból megszerkesztett mélységtérképét mutatja. A produktív fúrások elhelyezkedéséből látható, hogy a geofizikai értelmezéssel előzően megadott szerkezeti- és mélységviszonyokat a fúrások igazolták, így a komplex geofizikai és fúrásos kutatás eredményeképpen több százezer tonnával nőtt a bauxitvagyon. A 7/c ábra mélységtérképét szabálytalan hálózatos fúrások adataiból számítógéppel szerkesztettük meg (lásd 2.2 fejezet).

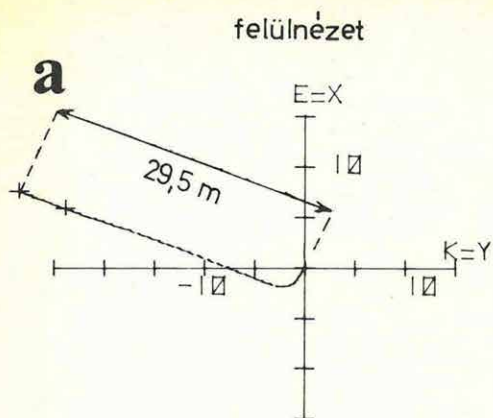
Az ELGI programcsomagja biztosítja, hogy az értelmező geofizikus a fúrásokból a geofizikailag értelmezhető földtani szintek bármilyen szintvonalas mélység- vagy vastagságtérképét megszerkeszthesse. Ugyancsak a komplex értelmezést segíti elő a fúrásokkal kapott mélységadatok folyamatos nyilvántartására és szükség esetén módosítására írt program, amely földtani szelvényt készít, tehát elvégzi egy tetszőlegesen kijelölt szelvény közelébe eső fúrások kiválasztását, léptékhelyes kirajzolását és a megfelelő szintek összekötését. Példa erre a 8. ábra, amely a Gerecse DK-i előterében mélyített fúrások adatai alapján készült A-A' szelvényt mutatja be (helyszínét lásd 2/A ábrán). A szelvény gyors megjelenítésének előnye, hogy terepen használható, a mechanikus szerkesztő munkát helyet-



8. ábra. Fúrási adatokból szerkesztett földtani szelvény

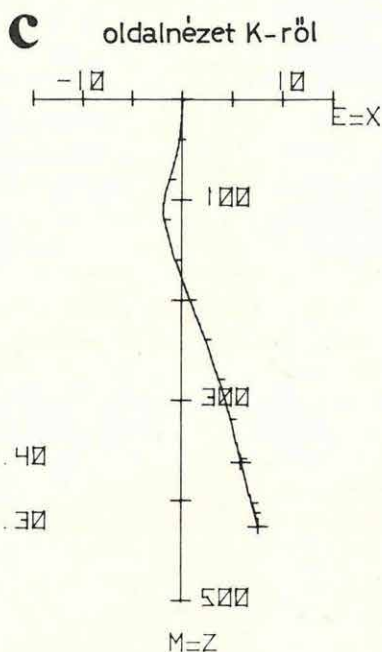
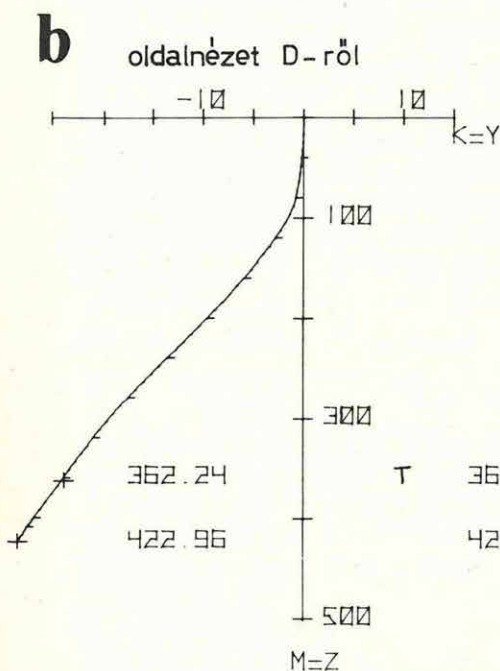
Fig. 8. Geologic cross section from borehole data

Рис. 8. Геологический разрез, построенный по данным бурения



TJ-22

TALPELT [M] = 29.5
 T. AZIMUT = 285.1
 V. RÖVIDÜLÉS = 1.3



9. ábra. Elferdült fúrás térbeli helyzete

- a – felülnézet
- b – oldalnézet D-ről
- c – oldalnézet K-ről

Fig. 9. Spatial location of non-vertical borehole

- a – top-view
- b – side-view from south
- c – side-view from east

Рис. 9. Пространственное положение искривленной скважины

- a – вид сверху,
- b – вид сбоку с юга,
- c – вид сбоку с востока

tesíti, szemléletesen jelzi, ha a fúrást nem a megfelelő helyre telepítették, illetve jelzi a vetők lehetséges helyét. A szelvényen a komplex értelmezés eredményeként megszerkesztettük a földtanilag értelmezett szelvényt is.

Részletes tektonikai térképeknél, szénvagyonszámításnál figyelembe kell venni, hogy a fúrások néha elferdülnek, azaz eltérnek a függőleges iránytól. Kiegészítő program készült – a mért ferdeség értékek felhasználásával – a fúrások térbeli helyzetének számítására és megjelenítésére. A 9. ábra szemléletesen mutatja egy fúrás elferdülésének mértékét három síkban ábrázolva.

A fenti programok a terepi számítócentrumban rutinszerűen üzemelnek, és megfelelő alapul szolgálnak egy számítógépes geofizikai információ-szolgáltató adatbankrendszer kiépítéséhez.

1.2 A BÖRZSÖNY-HEGYSÉG ÉRCESEDÉSÉNEK GEOFIZIKAI KUTATÁSA*

A Börzsöny-hegység központi részének (Bánya-pusztá, Rózsa-hegy és a Kuruc-patak környéke) geofizikai kutatását néhány módszertani méréstől eltekintve befejeztük.

A központi terület földtani felépítése

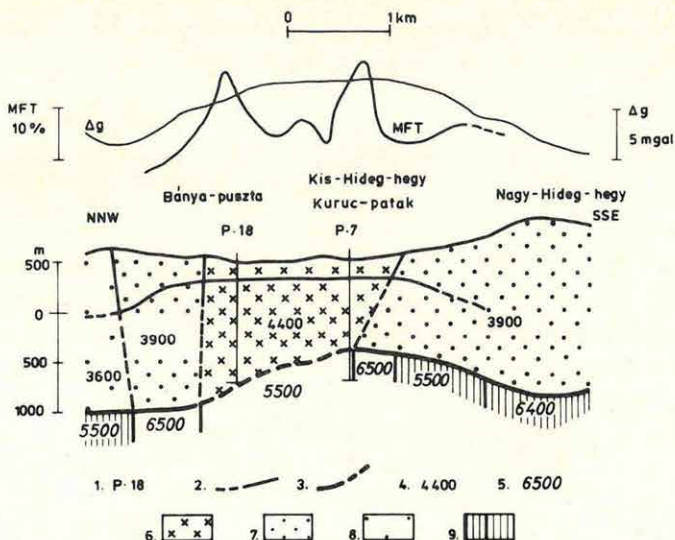
A központi területet valamennyi alkalmazott szerkezetkutató módszer anomáliaként jelezte; a kis-hideg-hegyi aljzatkiemelkedés feletti képződményt nagy sűrűség, nagy sebesség és nagy fajlagos ellenállás jellemzi.

A P-7 és P-18 mélyfúrásokon keresztül szerkesztett geofizikai szelvény (10. ábra) középső részén az alsó szeizmikus szint kiemelkedik. A szinthez tartozó határsebesség a fúrások környékén viszonylag alacsony, s azoktól távolodva mindkét irányban nő. A kiemelkedés ÉNy-i oldalán a fedőösszetben az átlagsebesség is megnövekszik. Mindezekből következik, hogy a kis-hideg-hegyi kiemelkedés térségében az aljzatot több helyen is szubvulkáni intruziók törték át, amelyek az eredeti tengeri üledékes rétegsort egészen a mai felszínig kiszorították. A geofizikai anomáliák ezen földtani értelmezésének helyességét a P-7 és P-18 mélyfúrások igazolták, amelyek a talpig nagyobbbrészt szubvulkáni andezitet harántoltak.

Gerjesztett polarizációs mérések és földtani értelmezésük

Mint az a 10. ábrán is látható, a GP anomáliák a központi szubvulkáni tömeg szegélyzőnáján alakultak ki. Nyilvánvalóan az oldatvándorláshoz szükséges repedezettség ott volt a legkedvezőbb. Az anomáliák részletesebb kutatása hálózatos gerjesztett polarizációs mérésekkel történt. A központi területet korszerű műszerekkel felmértük és megszerkesztettük az anomália-térképeket (ρ , η , MFT), illetve elvégeztük a GP folyamat dinamikus paramétereinek vizsgálatát is.

* Király E., Verő L.



10. ábra. A Börzsöny hegység központi területének földtani-geofizikai szelvénye
 1 – mélyfúrás; 2 – közbülső refraktáló szint; 3 – alsó refraktáló szint; 4 – a fedő-
 összetlet átlagsebessége m/s-ban; 5 – az alsó refraktáló szint határsebessége m/s-ban;
 6 – szubvulkáni andezitekből álló központi test; 7 – rétegvulkáni összetlet; 8 –
 üledékes-rétegvulkáni összetlet; 9 – prekainozoos aljzat

Fig. 10. Geological-geophysical profile across the central area of the Börzsöny Mountains
 1 – borehole; 2 – refracting horizon above the basement; 3 – basement refractor;
 4 – average velocity of the overlying sediments; 5 – boundary velocity of the basement
 (m/s); 6 – central body, consisting of subvolcanic andesites; 7 – strato-volcanic
 series; 8 – sedimentary – stratovolcanic series; 9 – Prekainozoic basement

Рис. 10. Геолого-геофизический разрез по центральному району гор Бэржэнь
 1 – глубинная скважина; 2 – промежуточный преломляющий горизонт; 3 – ниж-
 ний преломляющий горизонт; 4 – средняя скорость распространения волн
 в покровной толще в м/сек; 5 – граничная скорость по нижнему преломляю-
 щему горизонту в м/сек; 6 – центральное тело, состоящее из субвулканических
 андезитов; 7 – стратовулканическая толща; 8 – осадочная стратовулканиче-
 ская толща; 9 – докайнозойское основание

A GP látszólagos anomália térképen (11. ábra) három anomáliásáv lát-
 ható, mindegyiket a 10%-os izovonal határolja:

- a K-i anomáliásor az Nb-9, Nb-17, P-16 és P-4 fúrásoktól, a Csar-
 na-patak felé húzódik. Az anomáliatengelyek É-ÉÉK között vál-
 toznak, a hatók dőlése Ny-i vagy közel függőleges. Az anomália alak-
 jából általában hosszan elnyúlt, az Nb-17 környékén viszont henger
 vagy gömb alakú hatóra lehetett következtetni. A hatókat az ÉÉK-i
 csapásra közel merőleges törések választják el egymástól;
- a középső anomáliásor a Pogány-hegy K-i lejtőjén kezdődik és a
 Halyagosi-házig húzódik. Az anomáliák szintén ÉÉK-i csapásúak, a
 hatók valószínűleg közel függőlegesek;

- A Ny-i anomáliásor Bánya-pusztától kiindulva három részre tagolódik. Mindhárom rész-anomália csapásiránya ÉK, a hatók dőlése feltehetőleg K-KDK-i.

A középső és a Ny-i anomáliák esetében a GP hatók dőlésének meghatározását megnehezíti, hogy ezek az anomáliák feltehetőleg egymáshoz közeli hatók összegezett hatását mutatják.

A gerjeszthetőség és az ellenállás együttes értékelését segíti elő az MFT (η_a/ρ_a) térkép (12. ábra). Ilyen paramétert inkább a váltóáramú GP méréseknél szoktak meghatározni és metalfaktornak nevezik. Ezen a térképen a feltételezhetően csak ellenállás-növekedésből származó GP anomáliák eltűntek (a középső sáv É-i részén), és azok az anomáliák dominálnak, amelyek alacsony fajlagos ellenállású területen vannak.

Az MFT térképet a színesérc előfordulás szemszögéből vizsgálva megállapíthatjuk, hogy réz-indikációk kizárólag az MFT maximumok területén vannak (az MFT térképen megjelöltük a réz-ércesedést feltáró fúrásokat).

A kuruc-pataki GP anomálián mélyített fúrások az anomália Ny-i szegélyén két, viszonylag keskeny, és csapásban néhány száz méter hosszú érces zónát tártak fel (BALLA Z, 1978.) Mindkét zónát harántirányban szelvény menti fúrásokkal kutatták (13. ábra). A színesércesedés genetikájának vizsgálatánál már korábban kimutatták, hogy a kalkopirittel azonos paragenézisben magnetit is keletkezett (NAGY B., 1973). Feltételezzük, hogy a földmágneses anomáliák a magnetit felhalmozódásokat jelzik. A 13. ábrán feltüntettük a PS, a földmágneses és a GP anomáliák körvonalait. A D-i fúrásor mentén az ércesedés és a mágneses anomália között – talán a negatív PS anomália között is – korreláció van. A középső fúrásoron ércesedés nincs. A három északi fúrásnál a rézércesedés szintén bizonyított. A mágneses anomáliák tengelye és a fúrásor egymással szöget zár be, s így csak a P-21 esik az anomália szélére, amely gyakorlatilag érmentes. Az északi mágneses és PS anomália területének ércesedési viszonyait az F-1 ellenőrző fúrással tisztázhatnánk. Pozitív eredmény esetén a déli fúrásoron kapottakkal azonos korreláció a kiindulási feltétel helyességét egyértelműen bizonyítaná, ércikimaradás esetén azonban új kérdésként merülne fel, hogy a mágneses anomáliát mi okozza.

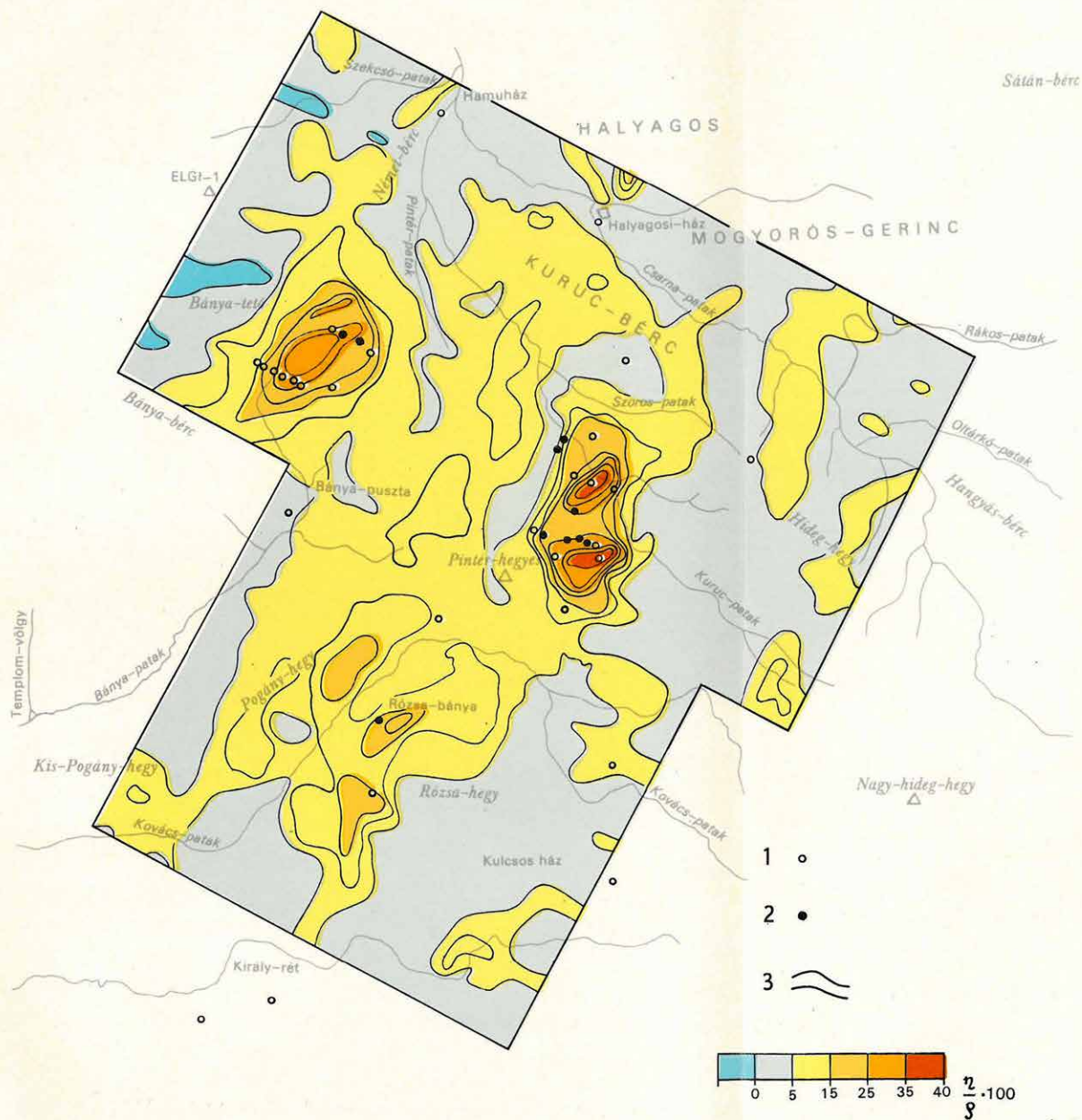
Ha a kiindulási feltételek helyessége igazolódik, akkor elsősorban mágneses mérésekkel kell a jelenleg ismert területrészeket ellenőrizni. A kutatás további fontos feladata az ÉÉK-i főirányra merőleges törések felderítése földtani-geofizikai módszerekkel. A piritesedést ugyanis ebben az esetben a főirányú törésekhez rendelhetjük, míg a rézércesedés a haránt-törésekkel való kereszteződéseknél alakulhatott ki.

11. ábra. Gerjesztett polarizációs anomáliatérkép
1 – fúrás; 2 – izovonalak

Fig. 11. Induced polarization anomaly map
1 – borehole; 2 – isolines

Рис. 11. Карта аномалий ВП
1 – скважины, 2 – изолинии

0 1 km



12. ábra. MFT térkép

1 – fúrás; 2 – rézércesedést feltárt fúrás; 3 – izovonalak

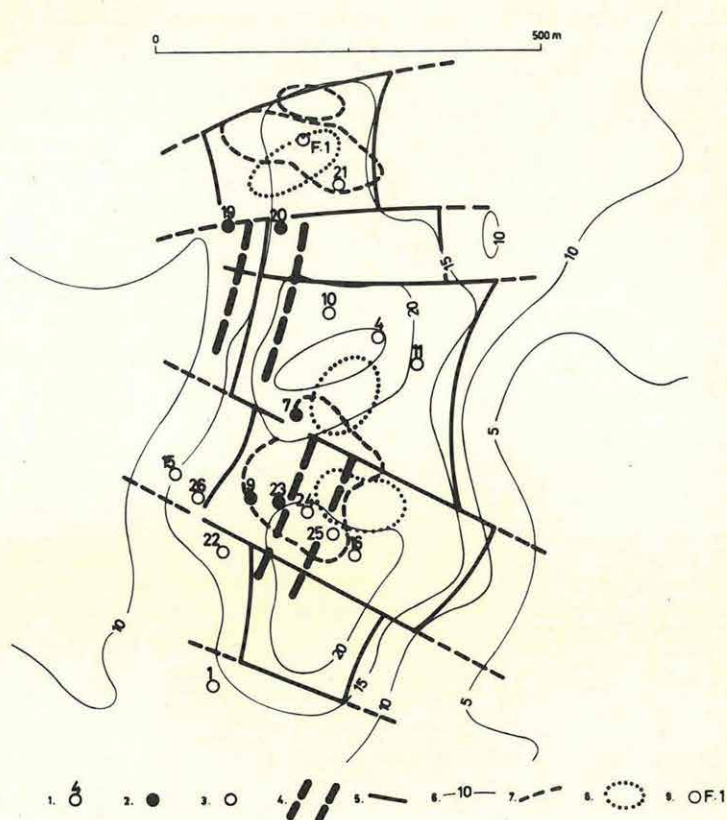
Fig. 12. MFT map

1 – borehole; 2 – borehole, indicating copper mineralization; 3 – isolines

Рис. 12. Карта „металфактора“

1 – скважины, 2 – скважина, вскрывшая медное оруденение, 3 – изолинии

A GP kutatások sokat vitatott és ma még kellőképpen nem tisztázott kérdése, hogy a lecsengési görbék alakja hordoz-e földtanilag hasznosítható információt. A Börzsöny központi területén a hagyományos módszerekkel elvégzett, tehát a lecsengési görbét csak egyetlen időpontban vizs-



13. ábra. A kuruc-pataki geofizikai anomáliák értelmezési vázlata
1 – fúrás száma; 2 – érces fúrás; 3 – ércmentes fúrás; 4 – érces zóna; 5 – törésvonal; 6 – GP izovonalak %-ban; 7 – pozitív földmágneses anomáliák; 8 – negatív PS anomáliák; 9 – javasolt ellenőrző fúrás

Fig. 13. Interpretation sketch of the geophysical anomalies of Kuruc-patak
1 – borehole №; 2 – borehole indicating mineralization; 3 – borehole without ore indication; 4 – zone of mineralization; 5 – fracture; 6 – IP isolines in%; 7 – positive magnetic anomalies; 8 – negative SP anomalies; 9 – proposed check-borehole

Рис. 13. Схема интерпретации геофизических аномалий в районе ручья Куруц
1 – № скважин; 2 – скважина с рудопоявлением; 3 – скважина без рудопоявления; 4 – зона оруденения; 5 – линия сброса; 6 – изолинии ИП в %-ах; 7 – положительные аномалии геомагнитного поля; 8 – отрицательные аномалии ПС; 9 – предлагаемая контрольная скважина

gáló mérések arra vezettek, hogy a mérési adatokban nincs olyan információ-többlet, amely az anomáliák további minősítésére alkalmas. Ezért a hálózatos méréseket a lecsengési görbét 5 pontban mérő DIAPIR műszerekkel végeztük, és minden egyes mérési ponton elvégeztük a jelalak-analízist, illetve kimondottan módszertani célú méréseket is végeztünk. Ezek a mérések megerősítették azokat a megállapításokat, amelyeket az 1976. Évi Jelentésben közöltünk: a különböző ércesedések felett mért hosszúsú idejű lecsengési görbék közül meghatározott amplitúdó-időállandó spektrumok eltérők. A különbségeknek a DIAPIR-mérések eredményeiben is tükröződniük kell. A hálózatos mérések lecsengési görbéinek vizsgálata alapján a következőket állíthatjuk:

- az Nb–17 fúráson észlelt dinamikus paraméterek a területen egyedülállóak, nagy tömegű, hasonló ércesedés a területen máshol nem várható;
- a mért lecsengési görbék több, mint 80%-a igen hasonló alakú, csak az amplitúdóban vannak eltérések;
- a fennmaradó, 20%-nál kevesebb, eltérő alakú görbe nem a terület összefüggő részein, hanem rendszertelenül szétszórva jelentkezik.

Mindebből azt a következtetést kell levonnunk, hogy a GP mérésekkel részletesen megkutatott területen, a mérések felbontóképességének megfelelő mértékig és a mérések lehatolási mélységéig, a közettömeg majdnem mindenütt azonos alakú lecsengési görbével jellemezhető; eltérések csak az amplitúdóban vannak.

Az elvégzett geofizikai kutatások eredményeit a következőkben összegezzük:

- regionális kutatásokkal körülhatároltuk a központi területet, felváltottuk földtani felépítését, és megadtuk a geofizikai anomáliák értelmezésének legvalószínűbb modelljét;
- érckutató mérésekkel körülhatároltuk a központi terület hidrotermálisan bontott részét, és ezen belül kijelöltük a továbbkutatásra érdemes GP anomáliákat;
- a GP anomáliákat részletesen felmértük, és megállapítottuk az anomáliák és a rézércesedés közötti kapcsolatot;
- a GP folyamat dinamikus paramétereinek vizsgálatával különbséget mutattunk ki az ércmentes, a hintett eres és a tömzsös ércesedés területén mért lecsengési görbék között;
- megállapítottuk, hogy a központi terület – az Nb–17 mélyfúrás környékét kivéve – azonos lecsengési görbékkel jellemezhető, tehát az ércesedés textúrája a kutatási területen alig változik.

1.3 A DARNÓ NAGYSZERKEZETI ÖV GEOFIZIKAI KUTATÁSA*

Érckutató geofizikai mérések a Rudabányai-hegységben

A Rudabányai-hegység átfogó színesérc kutatásának keretében az OÉÁ Központi Földtani Osztályával és a Rudabányai Vasérc Művek geológusai-val egyeztetett tervek alapján 1978-ban áttekintő, majd részletező GP szelvényezéseket végeztünk a bányaterülettől É-ra (14. ábra).

Az áttekintő szakaszban az egész hegységet egyenletes, átlagosan 1 km-es szelvényközzel mértük fel. A kutatási terület mintegy 50%-án a gerjeszthetőség alig haladta meg a háttérszintnek tekinthető 1%-ot, ezért ezeket a részeket a további kutatásból kizártuk.

Részletező mérésekre a következő, az átlagosnál nagyobb gerjeszthetőségű területeket jelöltük ki:

- a) az alsótelekesi terület (Alsótelekestől ÉK-re);
- b) a telekes-völgyi terület;
- c) a tornaszentandrás terület (Bódvarákó, Martonyi és Tornaszentandrás között).

Az egyes területek jellemzésére az $AB=300$ m-rel végzett mérések látszólagos polarizálhatóság térképeit használtuk fel.

A kutatás jelenlegi szakaszában az anomáliákat csak méret, alak és intenzitás alapján osztályozhatjuk.

A legtöbb anomália ÉK–DNy csapású, amely megegyezik a hegység fő szerkezeti irányával. Az alsótelekesi területen – néhány kisebb, határozatlan alakú anomáliától eltekintve – a jelenlegi bányaterület közelében levő anomáliák folytatódtak (1977. évi mérések). A Telekes-völgy DK-i részén nagy kiterjedésű, izometrikus anomáliát kaptunk. Az anomáliára telepített Rb-661 fúrás a GP hatót feltárta, a GP-karotázs a felső szakaszon 80–150 m között 5%-nál nagyobb gerjeszthetőséget mutatott. A nagyobb gerjeszthetőség valószínűleg szénült szervesanyag-tartalomtól ered. A tornaszentandrás területen három, különálló anomáliát kaptunk, itt a legnagyobbak a gerjeszthetőség értékek ($>4\%$).

* Dienes E., György L., Hegedűs E., Szalay I.

Mivel mindhárom területen karbonátos agyagpalás összletek közelében alakultak ki a GP anomáliák, a ható valószínűleg többnyire szénült szervesanyag, amelyhez változó mennyiségű szulfid, elsősorban pirit is kapcsolódhat.

A GP mérésekkel együtt ellenállásmérést is végeztünk. Az ellenállás térkép a lényeges litológiai különbségű, talajjal és pannon üledékekkel fedett területek földtani térképezését segítette elő.

A Rudabányai-hegység reflexiós szeizmikus szerkezetkutatása

A felszínről közvetlenül ki nem mutatható mélyszinti ércesedés és a fedett területek kutatásának előkészítésére reflexiós szerkezetkutató mérésekkel vizsgáltuk a Rudabányai-hegység szerkezeti felépítését, valamint a környező Szendrői- és Aggteleki-hegységgel való kapcsolatát.

Az OÉÁ Vasérc Művei földtani szolgálata szerint a rudabányai vasércesedés, de különösen a színesércesedés töréses, morzsolt zónákhoz kötődik.

1978-ban a KFH megbízásából 12 vibroszeiz és 1 robbantásos szelvényt, az OÉÁ megbízásából 3 vibroszeiz szelvényt mértünk. A feldolgozás egy része a kézirat lezárásakor még folyamatban volt, ezért csak példaképp mutatjuk be a vasércvonulat alatti nagy elvetésű törés szeizmikus képét.

A migrált, amplitúdó szerint színezett Ra-1 mélységshelvényen (15. ábra) feltüntetett fúrások közül éppen a mélybeli törészóna fölött levő két fúrásban (Rb-465, Rb-387) mutattak ki rézércnyomokat (savanyú pátvasércben kalkopiritet). A törés jól látható a shelvényen, amelytől ÉNy-ra, 0,5 km mélység alatt homorú, beszakadásos jellegű, felfelé fokozatosan kiegyenlítődő árok látszik, peremi törésekkel. Ellenőrző mélyfúrások után dönthető el, hogy feltevésünk, a törészóna és az ércesedés közötti kapcsolatról felhasználható-e lokalizációs kritériumként.

Reflexiós szeizmikus mérések a Bükk- és Upponyi-hegység peremén

Az 1977-ben végzett reflexiós mérések eredményei a Darnó-öv felépítéséhez új adatokat szolgáltattak.

Az ÉK-3a vibroszeiz vonal harántolja az Upponyi-hegységet (16. ábra). A migrált, amplitúdó szerint színezett ÉK-3a időshelvényen (17. ábra) az Upponyi-hegység mélyszerkezetének egy értelmezési változatát tüntettük fel. Az eltérő dőlésű rétegsorok egy-egy diszkordancia-határ mentén elkülönülnek. A mélyszerkezet nyugodtabb, uralkodóan ÉNy-i dőlésű. A felső rétegsor – a földtani ismereteknek megfelelően – főleg DK-i dőlésű és erősen tektonizált. A legerősebb szerkezeti változás az U-10 és U-5 fúrásnál

0 1 2 3 km

Tornaszentandrás

Bodvarákó

Bódva

Perkupa

Martonyi

Szalonna

Telekes völgy

Rb-661

Szöllőssárdó

Bódva

Alsótelekes

Szuhogy

Rudabánya

γ

< 1%

1-2%

2-3%

3-4%

1

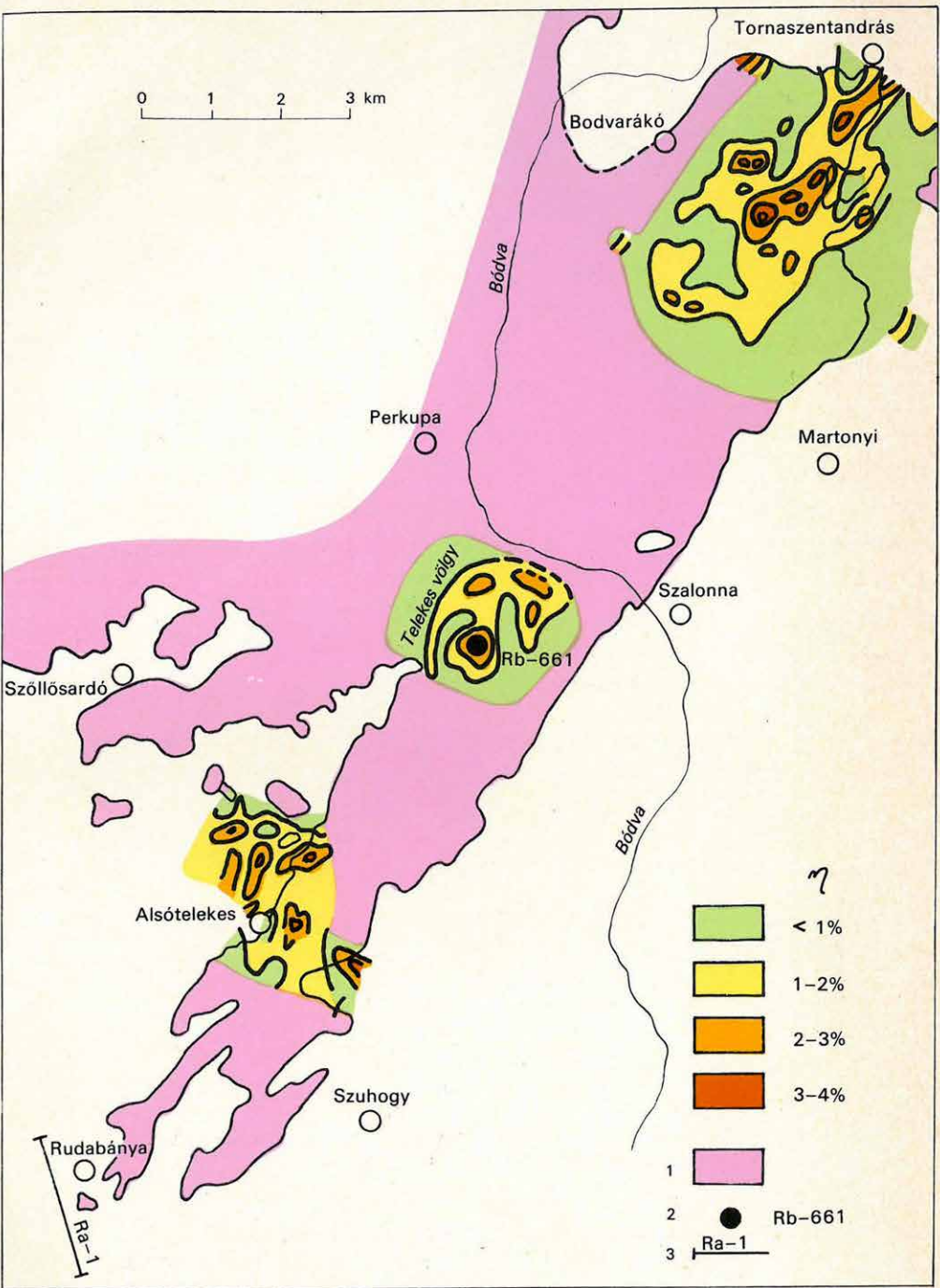
2

3

Rb-661

Ra-1

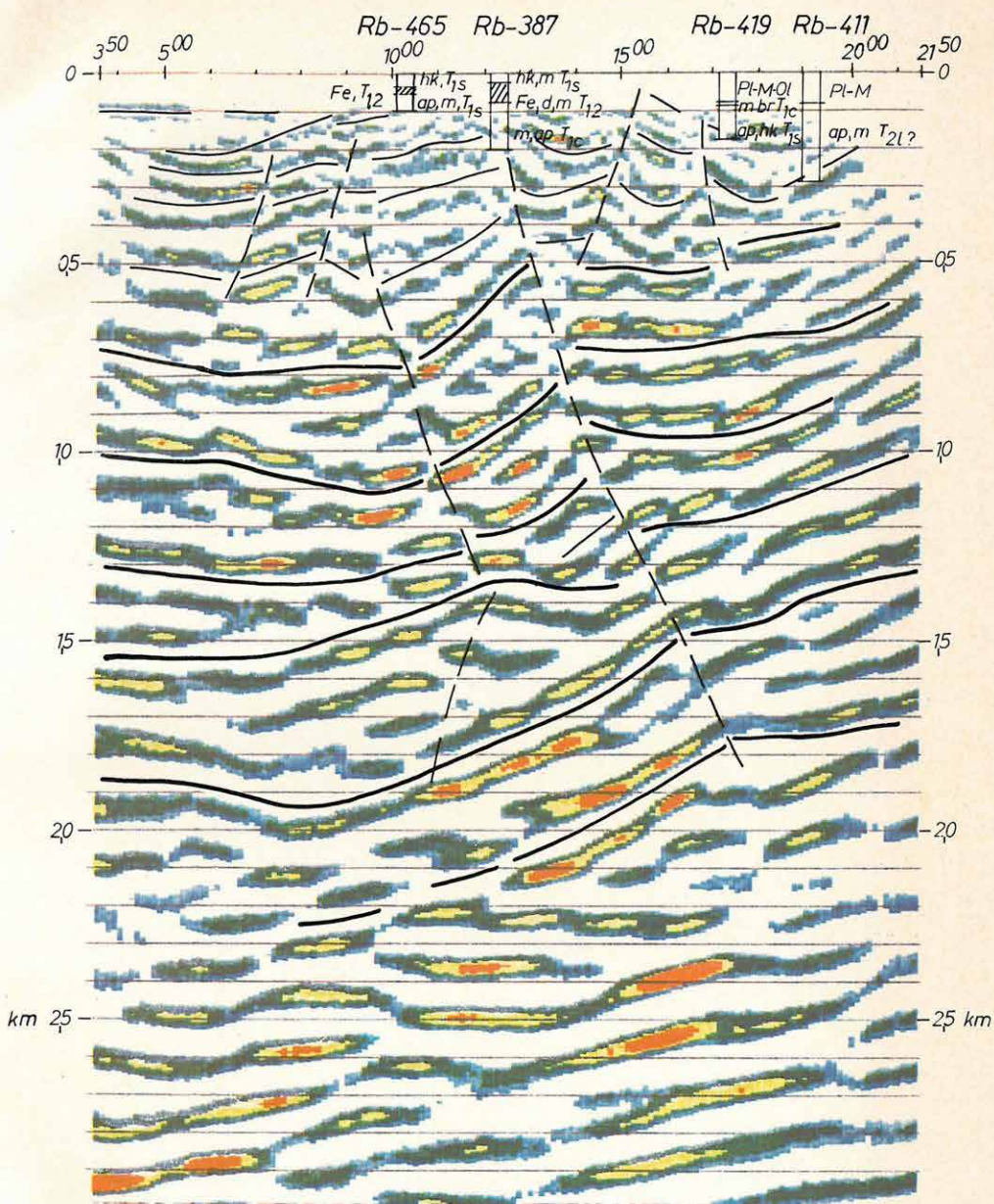
Ra-1



14. ábra. A Rudabányai-hegység GP térképe (szerkesztette Dienes E.)
1 – triász kibúvás; 2 – fúrás; 3 – reflexiós vonal

Fig. 14. IP anomaly map of the Rudabánya Mountains
1 – Triassic outcrop; 2 – borehole; 3 – reflection seismic profile

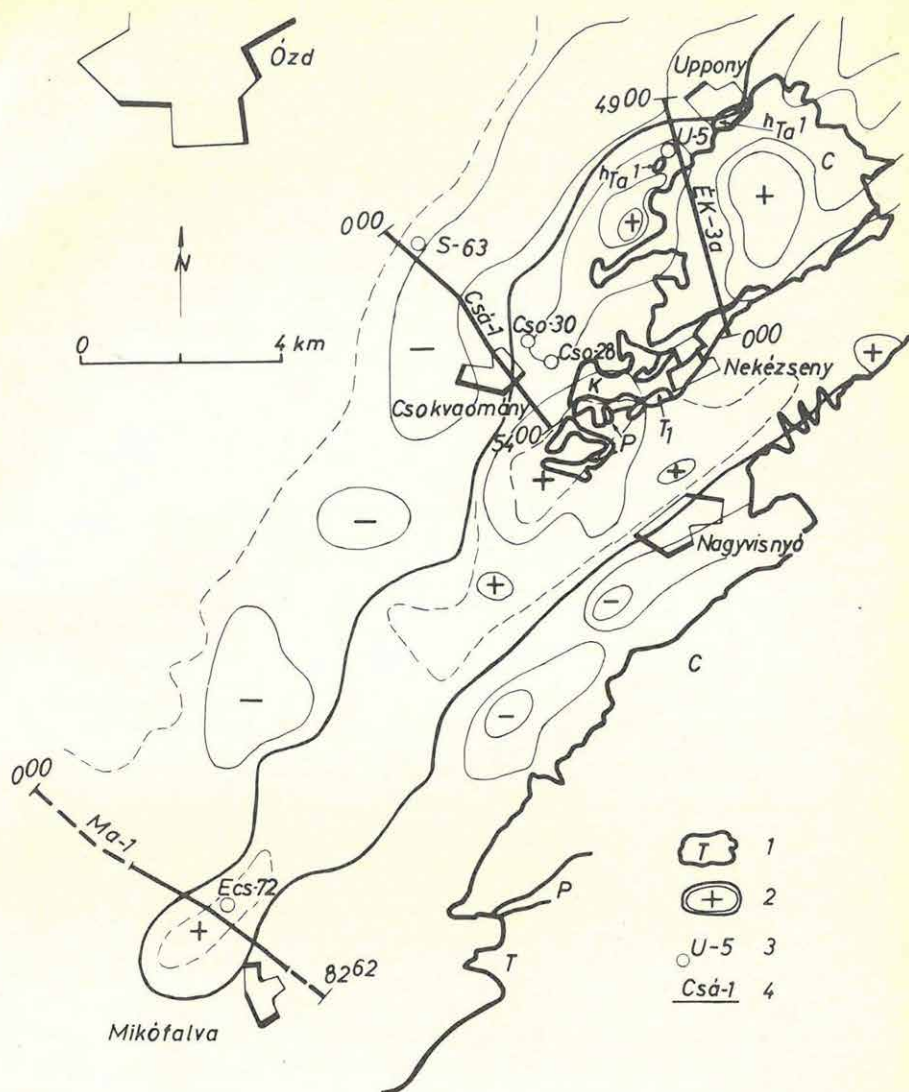
Рис. 14. Карта аномалий ВП гор Рудабанья (построена Э. Диенеш)
1 – обнажение триасовых отложений, 2 – скважины, 3 – профиль
МОВ



15. ábra. Ra-1/78 reflexiós mélységsvélvény

Fig. 15. Reflection depth section Ra-1/78

Рис. 15. Глубинный разрез по профилю МОВ Ra-1/78



16. ábra. A Bükk és Upponyi-hegység peremén mért reflexiók vonalak helyszínrajza
1 – kibúvás; 2 – gravitációs maradékanomália; 3 – fúrás; 4 – reflexiók vonal

Fig. 16. Location map of the reflection profiles on the margin of the Bükk and Uppony Mountains
1 – outcrop; 2 – gravity residual anomalies; 3 – borehole; 4 – reflection profile

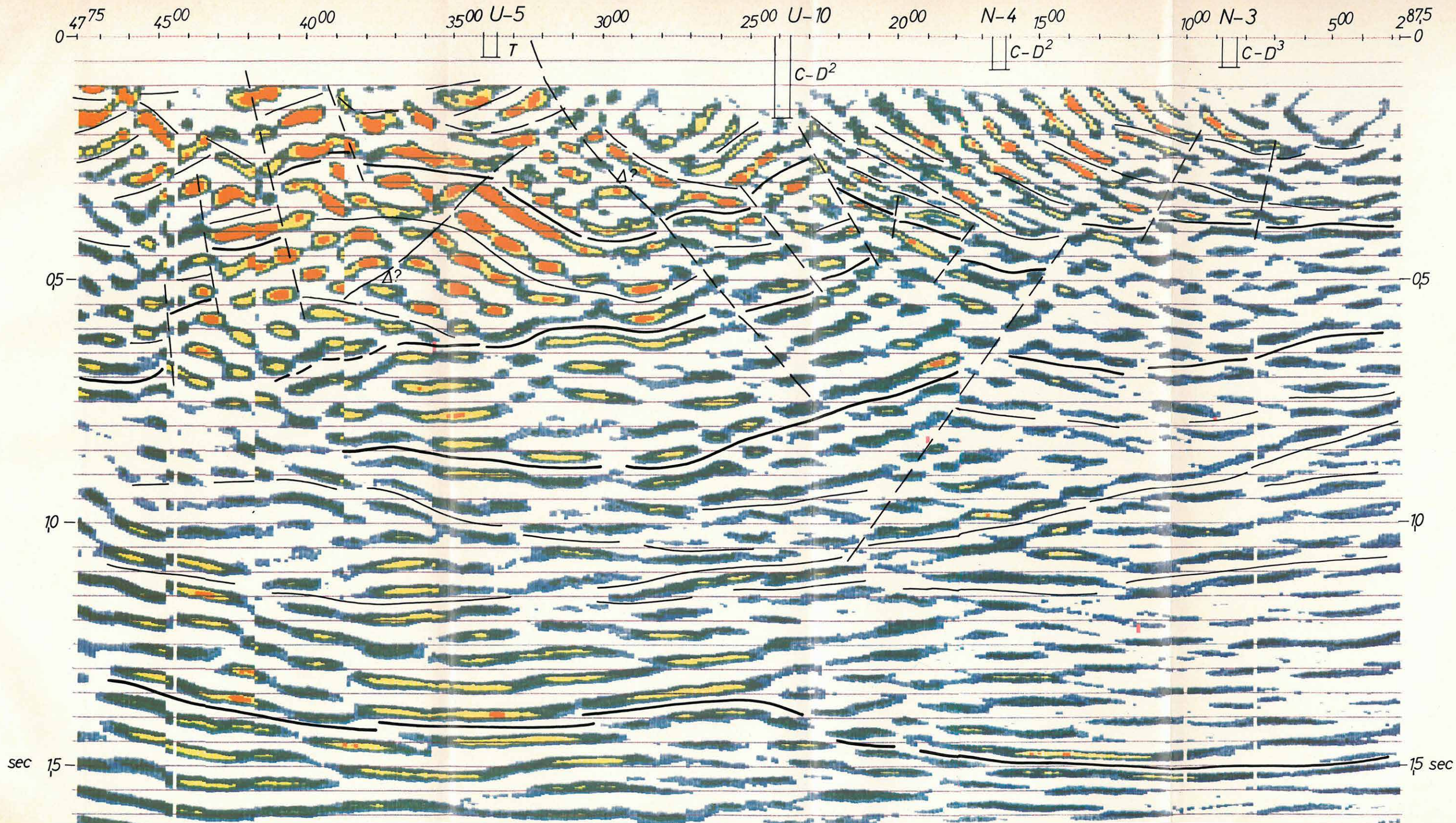
Рис. 16. План сейсмических профилей МОВ по окраинам гор Бюкк и Уппонь
1 – обнажение; 2 – остаточные аномалии поля силы тяжести; 3 – скважины; 4 – профиль МОВ

van, utóbbinál a triász képződmények alatt antiklinális rajzolódik ki, amelynek a szelvény elején levő része beszakadt. Az antiklinális DK-i oldalán létrejött mélyedés kitöltése reflexiómentes, amely összetöredezett, vagy rétegezetlen kőzettömegre vall (28° – 30°).

Az Ózdi-medence és az Upponyi-hegység érintkezése Csokvaománynál a Csá–1 reflexiós időszelvényen látható (18. ábra). A miocén-oligocén képződmények határfelülete kitűnő reflexiókat adott. Az oligocén rétegsor kiékelődésére a medencealjzaton a reflexiók megszakadásából és a szelvényképnek egy gyenge reflexiókkal jelzett határfelületnél bekövetkezett ugrásszerű megváltozásából következtetünk. Az oligocén képződmények felszínének az aljzaton való elvégződésénél (30° – 35°) jellegzetes eróziós árok jött létre. Itt az aljzat tektonizált. DK-felé, a Cso–30 és Cso–28 fúrás alapján triász időszak képződményekből állónak feltételezett aljzat viszonylag nyugodt településű, kis vetőkkel. Mélyebb szintekről eltérő dőlésű reflexiókat kaptunk, de a belső felépítés megítéléséhez a szelvény nem nyújt kellő támpontot. A falun keresztülmenő vonalszakaszon – az alkalmazható kis robbanótöltetek miatt – a szelvény energiaszegény.

A harmadkori üledéksorból származó reflexiók alapján arra következtethetünk, hogy a jelentős tektonikai változások a medenceterületen az üledékképződés előttiek.

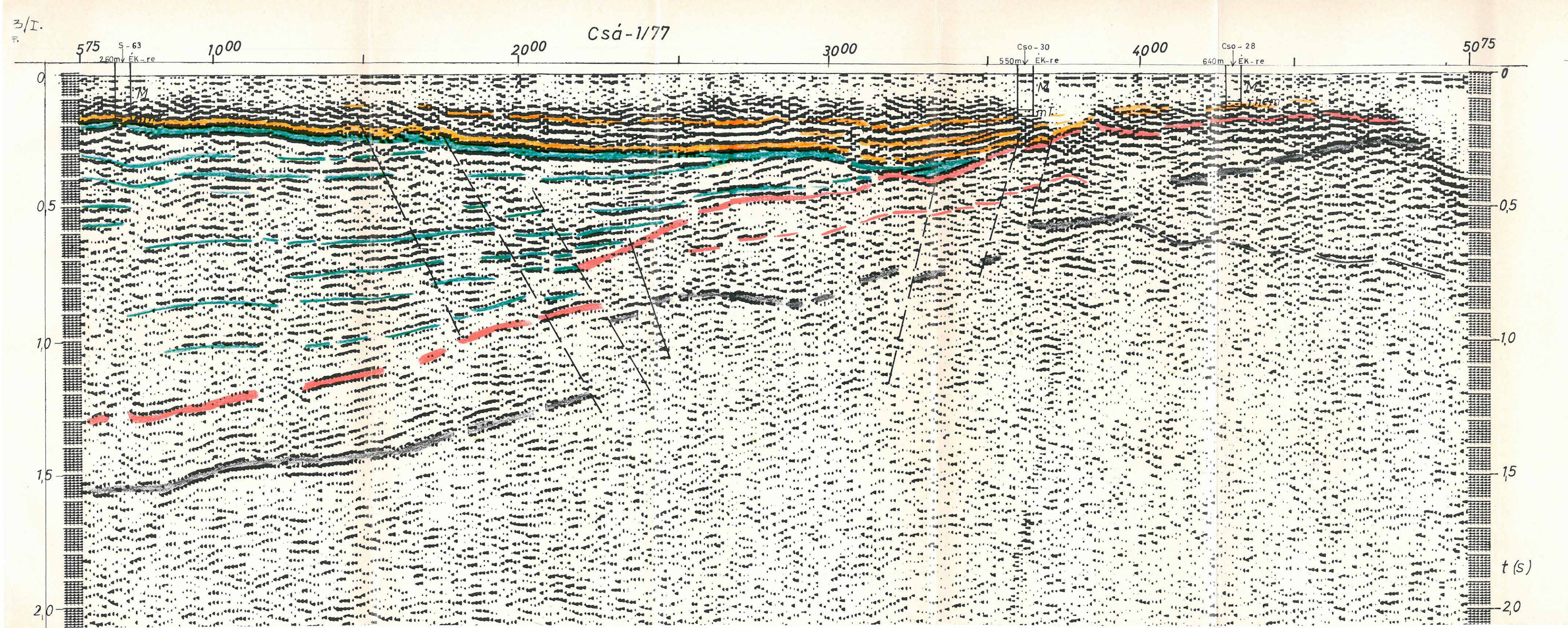
A Ma–1 reflexiós időszelvény (19. ábra) Mikófalva környéki részletén látható medencealjzat kiemelkedést – a gravitációs maradékanómália maximumvonulat alapján – az Upponyi-hegység DNy-i, üledékkel fedett folytatásaként értelmezzük. Eze a szelvényen is a miocén-oligocén határról és a harmadkori medencealjzat határfelületéről származnak a nagy amplitúdójú reflexiók (piros szín). A migráció két csatornánként összevontan készült; az eredeti szűrt időszelvényen jobb a felső szintek felbontása. A miocén szénmedence reflexiós vetőkutatására ezért az időszelvény megfelelőbb.



17. ábra. ÉK-3a/77 migrált reflexiós szelvény

Fig. 17. Migrated reflection time section ÉK-3a/77

Рис. 17. Разрез МОВ с миграцией по профилю ЭК-3а/77



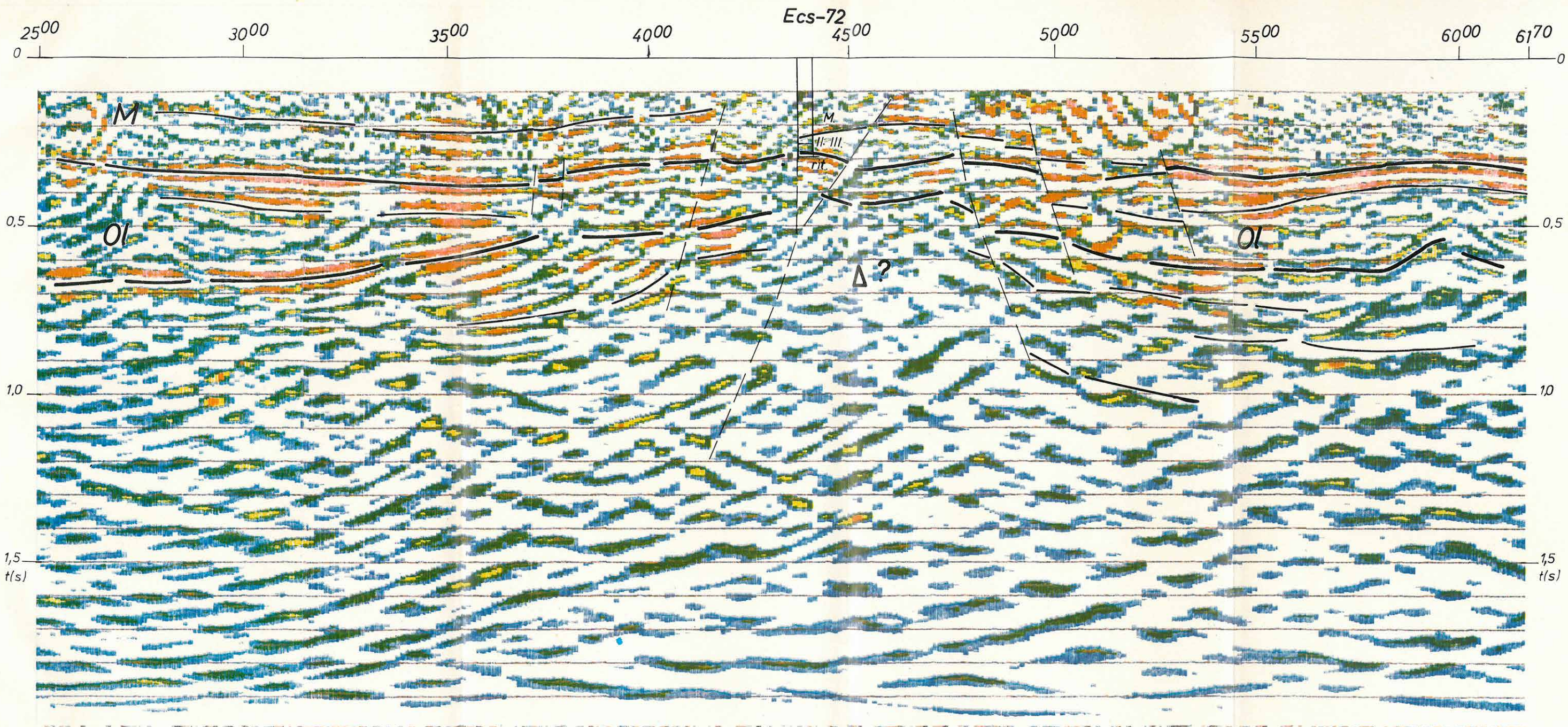
18. ábra. Csá-1/77 reflexiós időszelvény (szűrés: 20–80 Hz)

Fig. 18. Reflection time section Csá-1/77 (filter: 20–80 Hz)

Рис. 18. Временной разрез МОВ по профилю Csá-1/77 (фильтрация: 20–80 Гц)

NW

SE



19. ábra. Ma-1/77 migrált reflexiós időszelvény

Fig. 19. Migrated reflection time section Ma-1/77

Рис. 19. Временной разрез МОВ с миграцией по профилю Ma-1/77

1.4 FÖLDTANI ALAPSZELVÉNYEK GEOFIZIKAI VIZSGÁLATA*

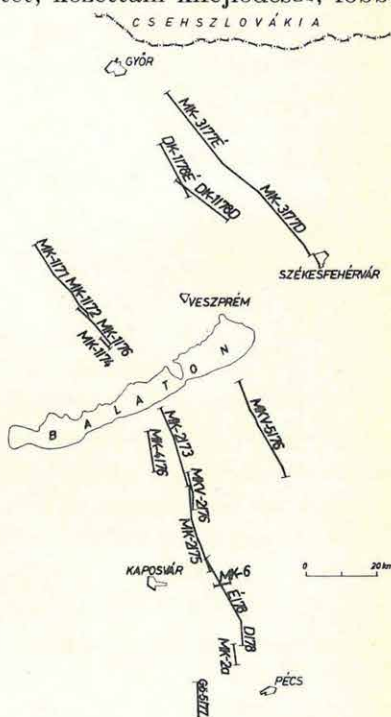
A téma keretében végzett mérésekkel a harmadidőszaki medence mezo-zoos-paleozoos aljzatának belső szerkezetét, kőzettani kifejlődését, főbb szerkezeti vonalait vizsgáltuk a Balatontól D-re, a Mecsek-hegység É-i előterében és a Dunántúli-középhegységben (20. ábra).

A Balatontól D-re az MK-2 szeizmikus vonal É-i szakaszán és az MK-5 vonalon magnetotellurikus méréseket végeztünk a mélyszerkezet meghatározására. Ezt a köztes területeken tellurikus mérésekkel egészítettük ki.

Az MK-2 vonalat Dombóvár–Kaposvár vonalától D-re a Mecsek-hegységig folytattuk. A Kapos völgyében, Nagyberkinél rövid keresztvonalat mértünk (MK-6/78).

A Kisalföld DK-i pereméről kiindulva a Dunántúli-középhegységben mértük a DK-1/78 vonalat az MK-3/77 vonallal párhuzamosan, az ott feltárt szerkezeti elemek követésére. A mélyszintek kimutatására feldolgoztuk az MK-3/77 szelvény 4–10 sec időtartományát.

Az 1979. évi mérések előkészítésére a Mecsek-hegységben készült Gö-5 szelvényből szintén 10 sec-os feldolgozást készítettünk.



20. ábra. Az MK és DK reflexiós vonalak helyszínrajza

Fig. 20. Location map of MK and DK reflection profiles

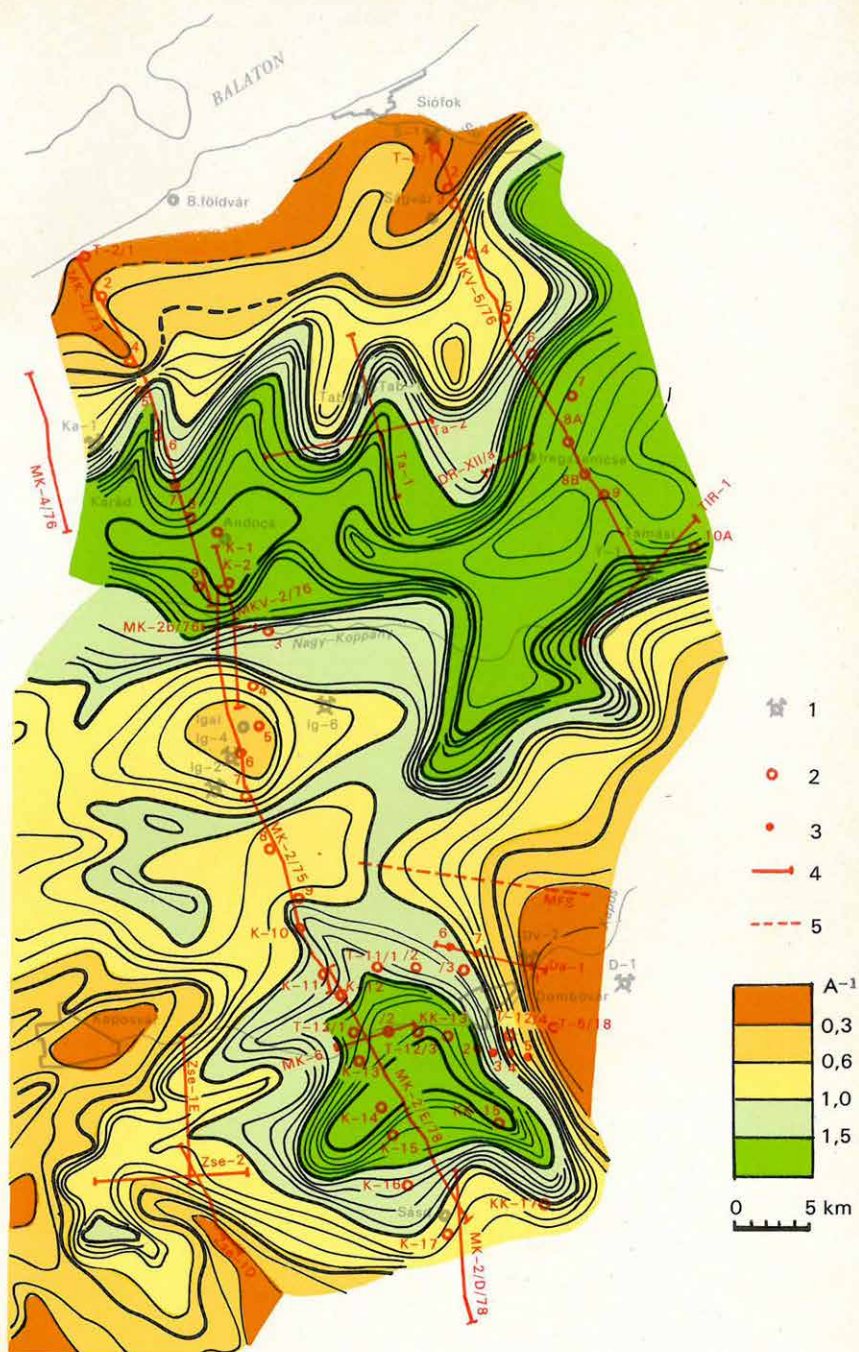
Рис. 20. План расположения профилей МОВ МК и ДК

* Csörgei J., Hegedűs E., Kónya A., Kummer I., Nemesi L., Ráner G., Varga G.

1978-ban az előző évi mérési területet É-ra és K-re terjesztettük ki az MK-2 és MK-5 szeizmikus vonalak térségében. Mindenekelőtt a terület áttekintő felmérését végeztük el. A kb. 20–25 km²/pont sűrűségű mérésen alapuló izoarea térkép a 21. ábrán látható. Ez főbb jellemvonásaiban hasonlít a Bouguer-anomália térképre, de több jelentős különbség is van. A tellurikus és gravitációs adatok korrelációs vizsgálata lehetővé teszi a különböző területtípusok elkülönítését. Ezek közül a nagy tellurikus minimumokra szeretnénk a figyelmet felhívni, amelyek a Bouguer-anomáliákkal nem, vagy gyengén korrelálnak. Ezeken a területeken nagy sűrűségű, de kis fajlagos ellenállású (neogénnél idősebb) képződmények létezésére következtethetünk. A Bouguer-anomália és izoarea térkép másik lényeges eltérése azok jellegében mutatkozik. A Karád-Tab-Iregszemcse vonalban a Bouguer-anomália vonalak a Balaton vonalával lényegében párhuzamosak, míg a tellurikus anomáliák erre merőleges, erőteljes változásokat mutatnak. Hasonlóan eltérő képet kaptunk Tamásinál is. Az egész területen elsőrendű feladat a rendkívül ritka tellurikus hálózat sűrítése, pontosabbá tétele.

A magnetotellurikus szondázások feladata a rétegsor ellenállás szerinti tagolása, így a szondázások eredményeivel ellenőrizhető a régebbi szelvények földtani értelmezése. Az MK-2/73 Balatonöszöd-Igal, MK-2/74, MK-2/76 Igal, MK-2/75 Igal-Nagyberki szelvények értelmezéséről a megfelelő Évi Jelentésekben számoltunk be. A Balatontól D-re az ópaleozoos vonulat területén geofizikailag egyszerű felépítést kaptunk, kis vastagságú fiatal üledékes összletet és ópaleozoos aljzatot különíthetünk el. Ettől D-re az ún. szirtövbén, a tagoltságot sejtető tellurikus képnek megfelelően, az MTS görbék is torzultak. Az Iregszemcse-Andocs-Tamási térségben levő tellurikus minimum sávban a geoelektromos aljzatot nagy mélységben kaptuk ($h > 3000$ m.) Érdekes, hogy a kis ellenállású (2–3 ohmmes) fedőt a szeizmikus mérések két részre osztják (22. ábra). A kis ellenállású összleten belül halad egy jellemző reflexiósor, amely elválaszt egy nyugodtabb településű összletet egy zavartabb, gyengén reflektáló összlettől, (lásd 2/7–2/8 MT pontok közötti, 0,9 s körüli, narancssárgával jelölt színt). Az intervallumsebesség-számítások szerint is két különböző összletről van szó. Megítélésünk szerint ez az alsó összlet új-paleozoos rétegsort is magában foglalhat.

Külön említést érdemel a Dombóvár-Sásd környékén látható tellurikus minimum vizsgálata, ahol az MTS méréseken túl kísérleti EMT és MFS méréseket is végeztünk. Ennek eredményeként az 1977. évi MTS mérések értelmezését módosítanunk kell (1977. Évi Jelentés 27. ábra). Ennek lé-



JELMAGYARÁZAT:

1 – mélyfúrás; 2 – magnetotellurikus szondázás; 3 – VES; 4 – szeizmikus vonal; 5 – MFS szelvény

EXPLANATIONS:

1 – borehole; 2 – magnetotelluric sounding; 3 – VES; 4 – seismic profile; 5 – profile of FDEM reference points

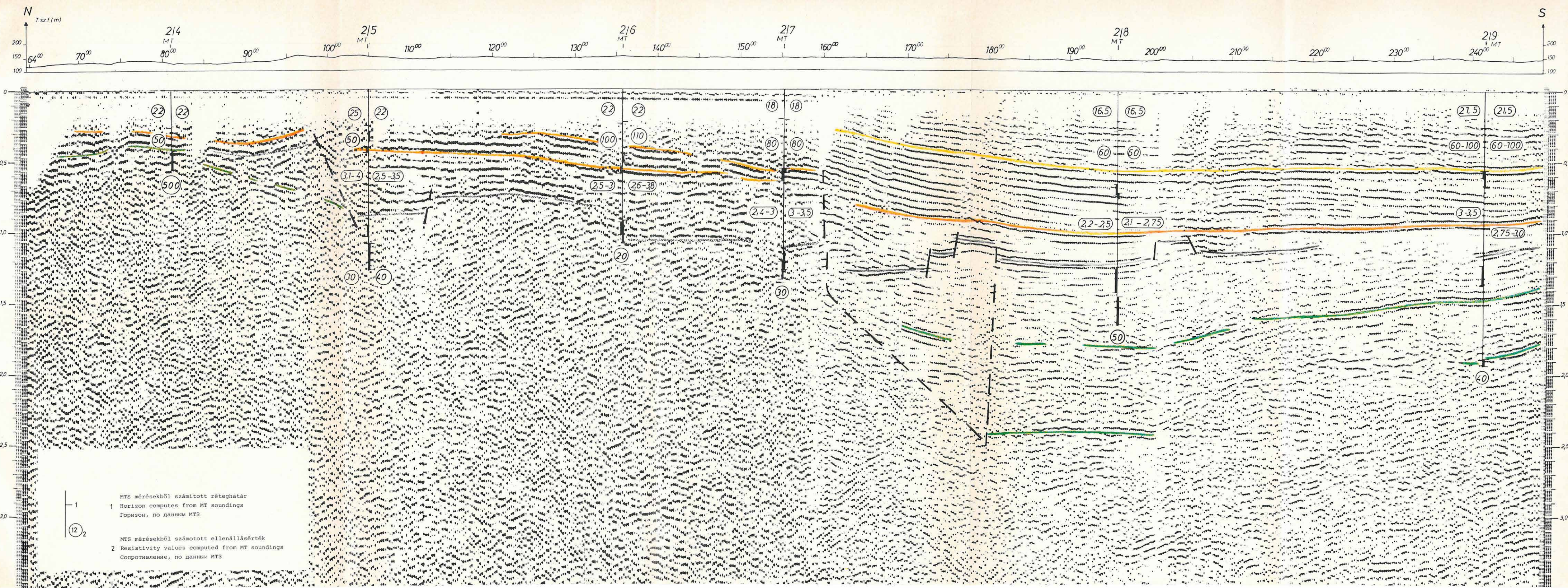
УСЛОВНЫЕ ЗНАКИ:

1 – глубокая скважина; 2 – МТЗ; 3 – ВЭЗ; 4 – сейсморазведочный профиль; 5 – профиль частотных зондирований

21. ábra. Tellurikus izoarea térkép

Fig. 21. Telluric isoarea map

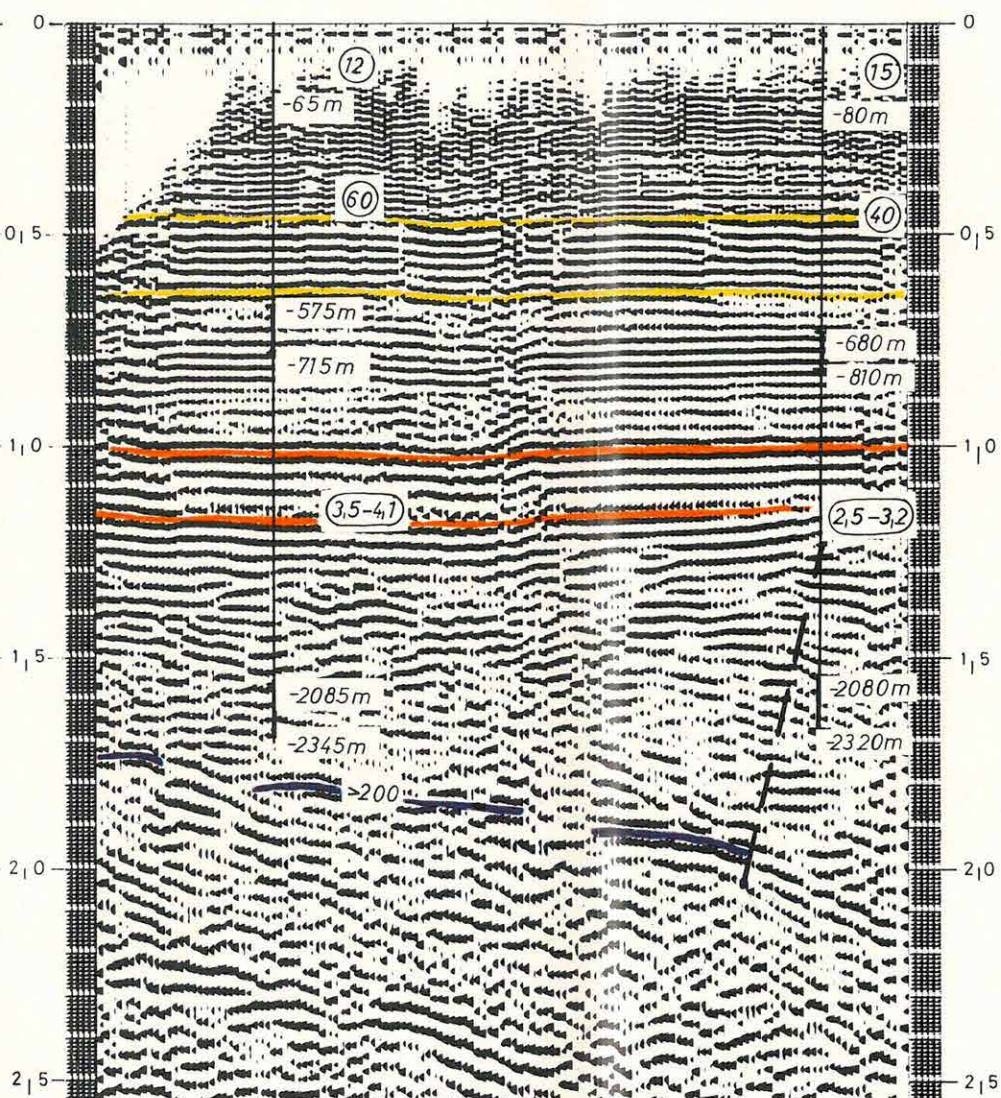
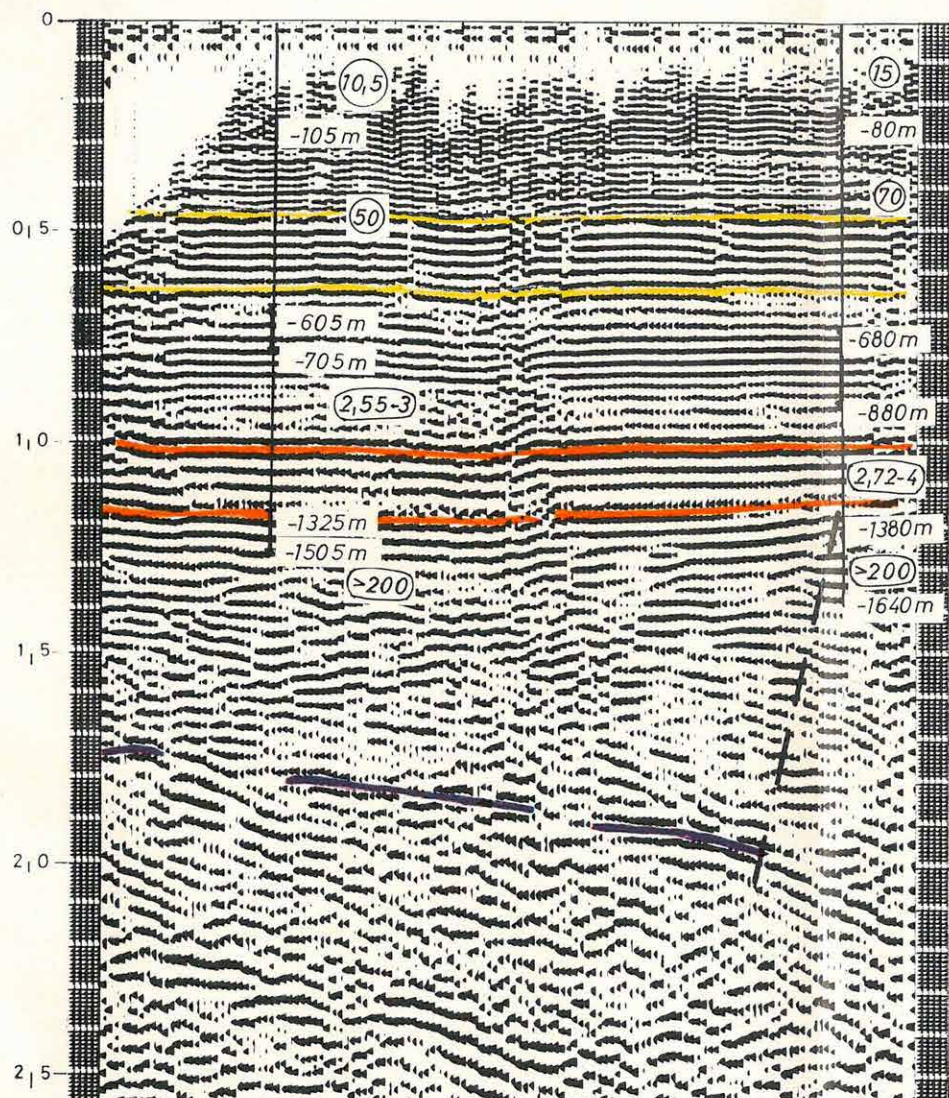
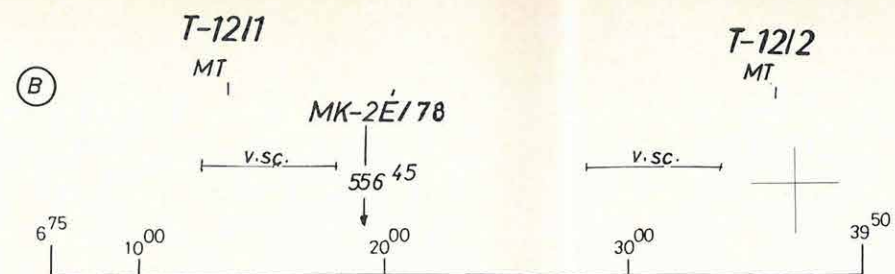
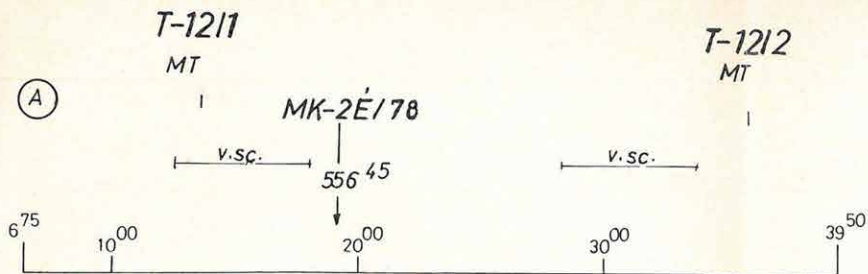
Рис. 21. Карта теллурических изоареал



22. ábra. MK-2/73 reflexiós időszelvény az MT szondázásokkal kapott rétegek ellenállásértékének és tengerszintre vonatkoztatott mélységértékének feltüntetésével

Fig. 22. Reflection time section MK-2/73 with resistivity and depth data of magneto-telluric soundings

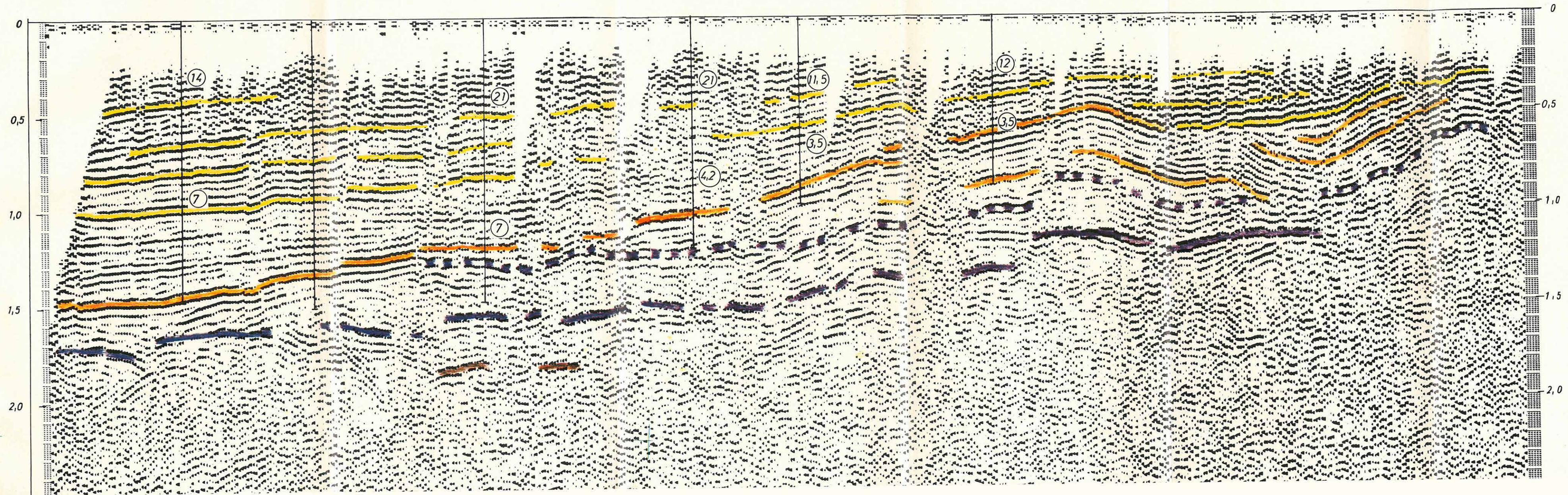
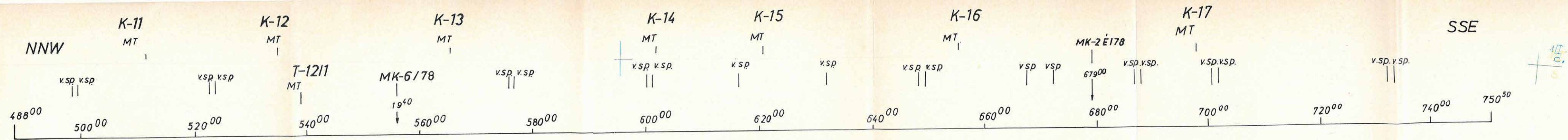
Рис. 22. Временной разрез МОВ по профилю МК-2/73 с нанесенными величинами сопротивлений пластов, определенных по методу МТЗ, а также величинами глубин, отнесенных к уровню моря




23. ábra. MK-6 reflexiós időszelvény az MT szondázásokkal kapott rétegek ellenállásértékének és tengerszintre vonatkoztatott mélységértékének feltüntetésével

Fig. 23. Reflection time section MK-6/78 with resistivity and depth data of magneto-telluric soundings

Рис. 23. Временной разрез МОВ по профилю МК-6/78 с нанесенными величинами сопротивлений пластов, полученных по методу МТЗ, а также величинами глубин, отнесенных к уровню моря





24. ábra. MK-2/78 reflexiós időszelvény (szűrés: 15-30 Hz)

Fig. 24. Reflection time section MK-2/78 (filter: 15-30 Hz)

Рис. 24. Временной разрез МОВ по профилю МК-2/78 (фильтрация: 15-30 гц)

nyege, hogy a 3–7 ohmm-es feltehetően neogén összlet alatt nincs számottevő vastagságú árnyékoló réteg, mint azt korábban feltételeztük, hanem a T-11/1 – KK-17 pontok irányában húzódó tellurikus minimum zóna a nagy ellenállású szintnek olyan keskeny, mély árka, amely az árnyékoláshoz nagyon hasonló torzulást hoz létre. Bár az MK-6/78 szelvény (23. ábra), nem érte el a kis ellenállású minimumzónát, mégis szemlélteti a kérdés bonyolultságát (a bal oldalon az 1977. évi, a jobb oldalon az 1978. évi MTS kiértékelést tüntettük fel). Ez feltétlenül indokolja az MK-6/78 vonal folytatását.

Reflexiós mérések a Mecsek-hegység É-i előterében

Az 1978. évi mérésekkel a Mecsek-hegységig meghosszabbítottuk az MK-2/75 vonalat. Jelenleg a mérési anyag feldolgozásában a szűrt szelvényekig jutottunk el, a migrációs feldolgozás még hátra van.

Az MK-2/78 szelvény (24. ábra) a pannóniai és miocén összlet D-i irányú emelkedését mutatja. Érdekes lehet a 680° pont környékén (Sásd) kialakuló maximum, ami új földtani eredmény.

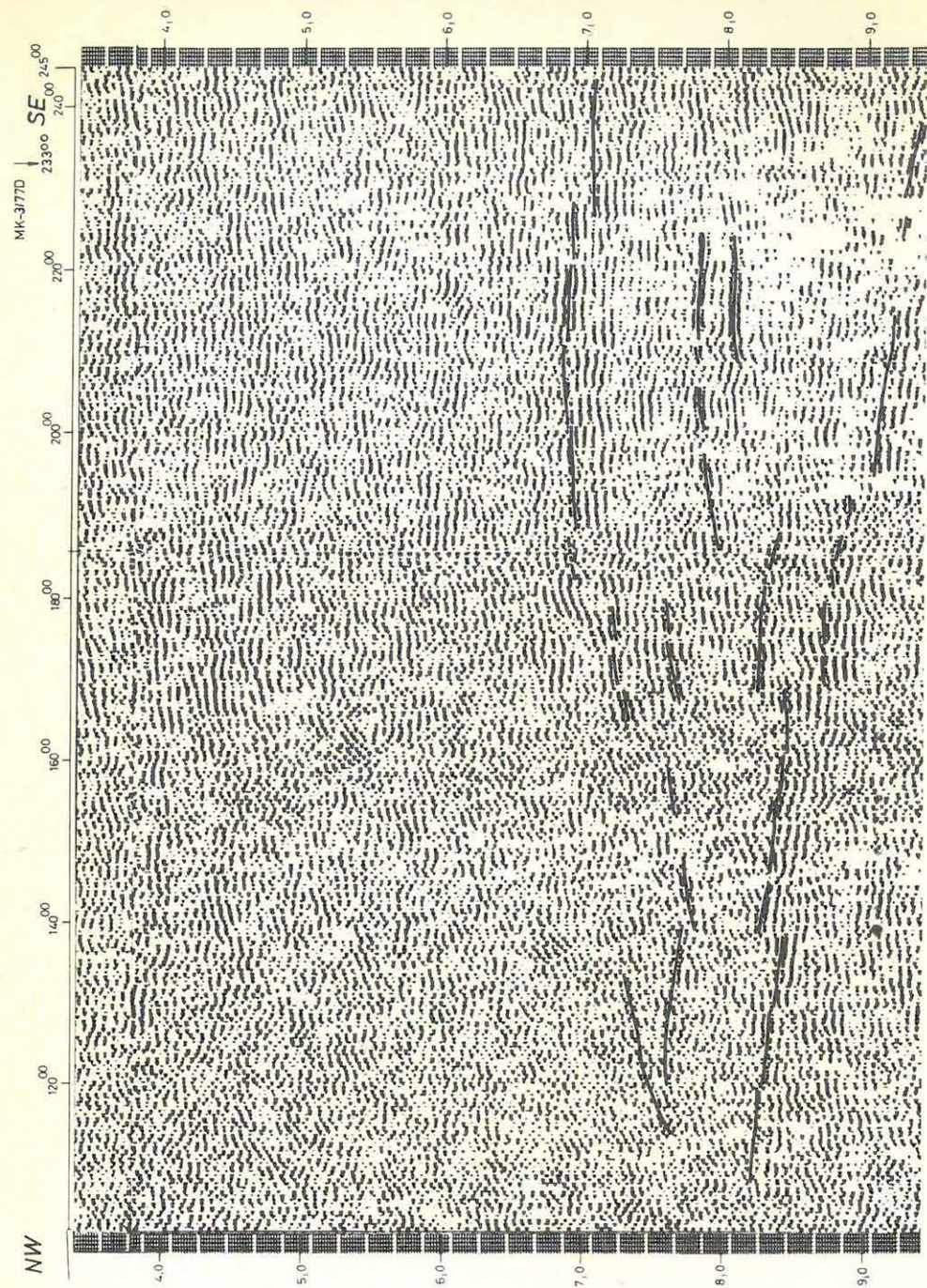
Az alsó jellemző reflexiókat (lila szín) a triász aljzattal azonosítottuk, amely szintén déli irányú emelkedést mutat.

Az MK-3/77 szelvény feldolgozása a 4–10 s időtartományban

1978-ban elvégeztük a Dunántúli-középhegységben mért MK-3/77É szelvény feldolgozását a 4–10 s időtartományban (az MK-3/77 szelvény eredményeiről az 1977. Évi Jelentésben számoltunk be). A 25. ábrán bemutatott szelvényszakasz mentén a Mohorovičić diszkontinuitás DK-i irányú süllyedését mutattuk ki. A szelvény D-i folytatásában, az MK-3/77D szelvény 260^{00} – 300^{00} szakaszán (1977. Évi Jelentés 31. ábra), a mély szakasz feldolgozása nagy mélységig (7–8 s-ig) mutatta ki a sur-akai maximum alatti felboltozódást. A Mohorovičić diszkontinuitás felett több helyen találtunk jó energiával jellemezhető beérkezéscsoportokat. A 25. ábrán (rédei maximum alatti terület) a DK-i irányban süllyedő Mohorovičić diszkontinuitás felett 7–8 s-nál kijelölt reflexiók kiékelődést jeleznek.

A DK-1/78 szelvény eredményei

A Dunántúli-középhegységben 1978-ban a DK-1/78 vonalat elsősorban azért mértük, hogy az MK-3/77D vonalon a 2,0–2,5 s-nál kimutatott reflexiós szint elterjedését vizsgáljuk a sur-akai maximum alatt. Bár



25. ábra. MK-3/77 reflexiós időszelvény mélyreflexiós tartománya (szűrés: 10–20 Hz)

Fig. 25. Deep reflection range of reflection time section MK-3/77 (filter: 10–20 Hz)

Рис. 25. Диапазон глубинных отражений по временному разрезу МОВ МК-3/77 (фильтрация: 10–20 гц)

szelvényünket az MK-3/77-tel azonos jellemzőkkel mértük (12-szeres fedés, 100 m-es geofonköz), a tagoltabb domborzati viszonyok és a mezozoos aljzat törésekkel sűrűn szabdalta jellege miatt nem értünk el hasonló minőségű szelvényt (26. ábra). A feldolgozást 10 s-ig végeztük el. Az 1,5 s körül jelentkező reflexióról feltételezzük, hogy a kutatott szintről származik.

A Gö-5 szelvény feldolgozása a 0–10 s időtartományban

A Gö-5 szelvényt a Mecseki Ércbányászati Vállalat megbízásából mértük. A frekvencia szerint színezett időszelvényt az 1977. Évi Jelentés 40. ábrájaként közöltük. A „Földtani alapszelvények geofizikai vizsgálata” téma keretében elvégeztük a mélyrész feldolgozását is. Ennek eredményeit a 27. ábrán mutatjuk be. A szelvényen M_1 , M_2 -vel jelöltük a Mohorovičić diszkontinuitásként értelmezett szintet. Érdekes, hogy az M_1 ; M_2 szintek közötti távolság É-i irányba nő. Az M_1 ; M_2 szintek felett három eltérő jellegű összletet különíthetünk el. Az *A* jelű erőteljes szögdiszkordanciát mutat az alatta és felette elhelyezkedő összletekhez képest, a *B* jelű összlet dőlésviszonyai az M_2 szinthez hasonlóak. A *C* összlet a Mohorovičić diszkontinuitás felett elhelyezkedő szintek kis mélységig való követhetőségére mutat példát.

Az 1978. évi mérések sok kérdést tisztáztak, de sok területen új problémákat is felvetettek. A Balaton és a Mecsek-hegység közötti területen a szeizmikus, gravitációs és MTS adatok értelmezése a régi elképzeléseknél bonyolultabb szerkezeti felépítésre utal. Az egyes szerkezeti egységek lehatárolása a megkezdett munka folytatását igényli.

Az ELGI 1978. évi igen változatos feladatai közül két, módszertani szempontból figyelemre méltó munkájáról számolunk be.

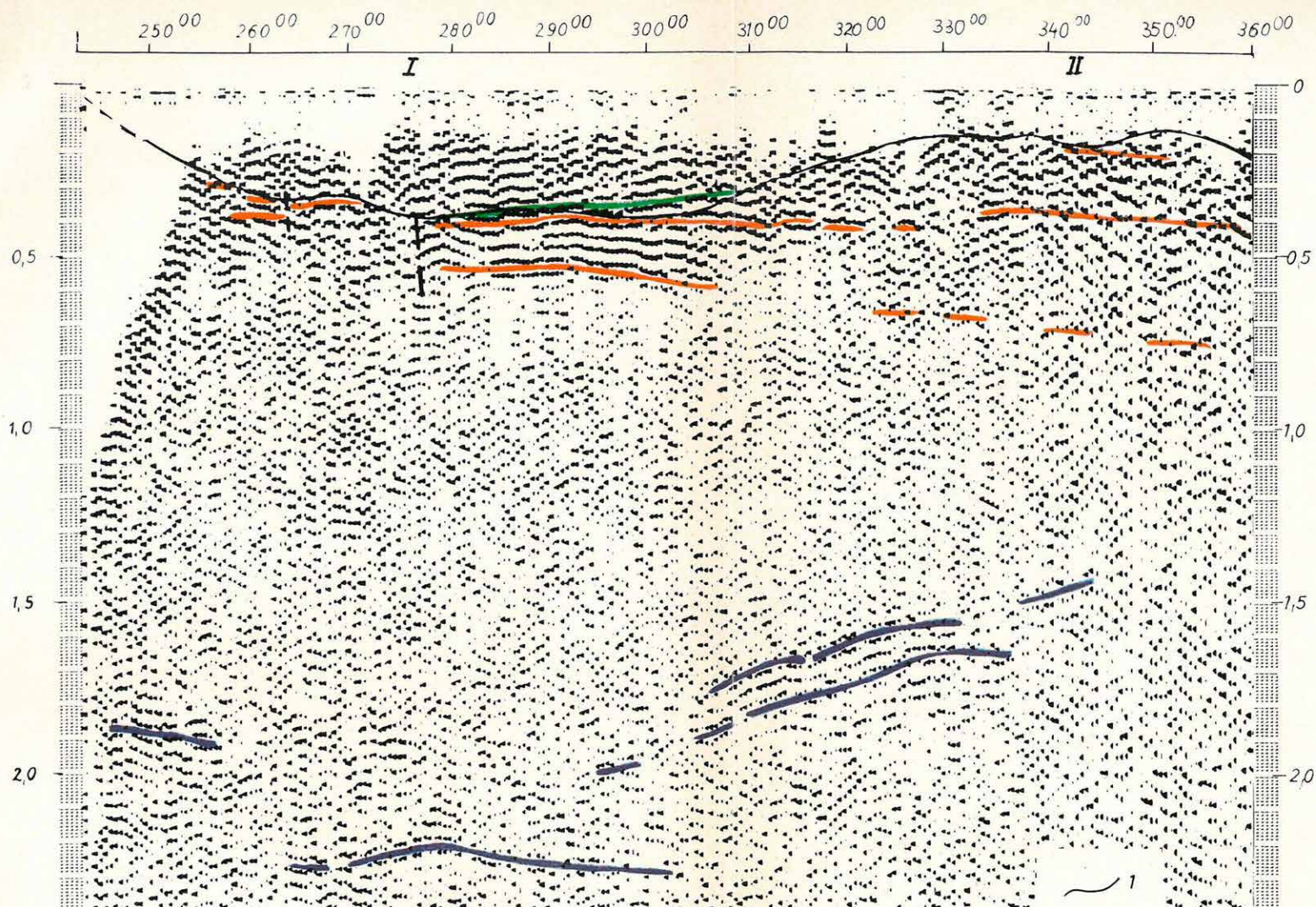
A *Maros hordalékkúp kutatása* több évre tervezett – a KFH és az OVH közös határozatával indított – komplex munkaprogram. Célja a DK-Magyarország regionális vízellátását biztosító rendszer Békés megye D-i, mintegy 1550 km²-nyi területén feltételezett felszín alatti vízkészleteinek feltárása és víz-utánpótlási viszonyainak tisztázása paraméter fúrásokra támaszkodó geofizikai módszerekkel. A határozat az V. ötéves terv végéig három lépcsőben írja elő a terület előkutatásának végrehajtását.

A kutatás első fázisaként 1978-ban Gyula–Békéscsaba–Csanádapáca–Lökösháza helységek, valamint a DK-i országhatár által határolt 500 km²-nyi területen komplex (VES, MFS, GP) geofizikai méréseket végeztünk. A mérések a felszíntől 400–800 m mélységig terjedő összlet vizsgálatára irányultak. Nagyobb mélységekben a pleisztocén üledékek olyan mértékben agyagosak, hogy ivóvíz feltárására már nem perspektivikusak.

A geoelektromos mérésekből megállapítható, hogy a felszíni, néhány m-es heterogén réteg alatt 100–350 m vastag 20–40 ohmm-es összlet van (28. ábra), amelynek egyes részei – a homokos-porózus rétegek nagyobb aránya miatt – vízföldtanilag különösen perspektivikusak. Az eredmények alapján két nagyobb területrész körvonalazható, ahol vízműtelepítésre a feltételek a legkedvezőbbek: az egyik Medgyesbodzás térségében, a másik ettől DK-re, Kétegyháza és Nagykamarás között van. A két területrészen a felső 200–300 m-ig terjedő összlet átlagos fajlagos ellenállása közel azonos (30–35 ohmm), de polarizálhatóságuk jelentősen különbözik (29. ábra). Az eltérés okára a további kutatások és az azt kísérő fúrások eredményei adhatnak választ, de feltételezzük, hogy a nagyobb mértékű polarizálhatóság a fokozott permeabilitással kapcsolatos.

A kutatásban felhasznált módszerek közül az ellenállásmérések szerepe meghatározó. Érdekes és új eredmény az ellenállástérképek alapján kedvezőnek ítéltető területrészek GP paraméterek szerinti kiválasztása.

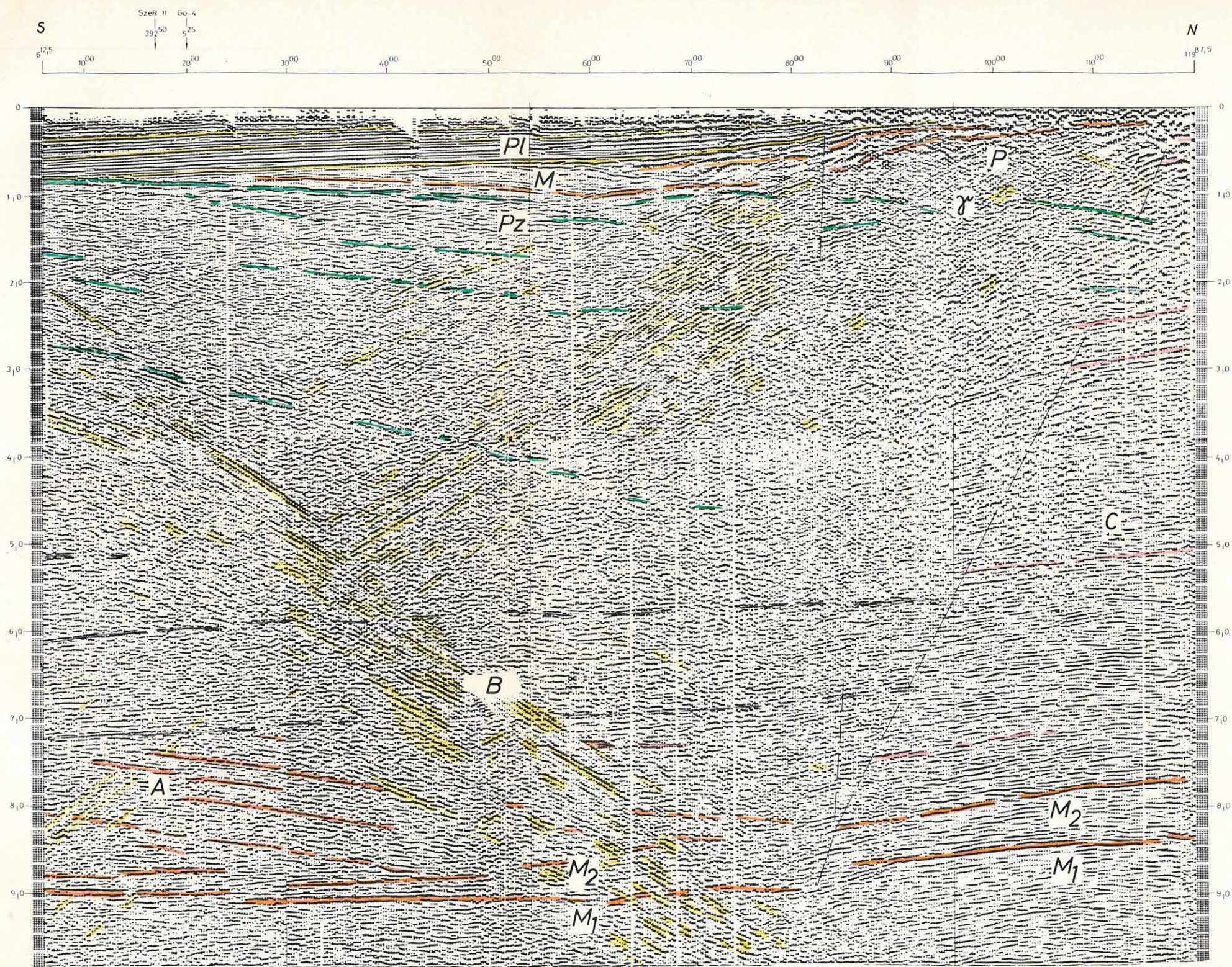
* Bognár E., Dobrovolni K., Draskovits P., Halász P., Hobot J., Jóna E.



26. ábra. DK-1/78 reflexiós időszelvény részlet (szűrés: 15-30 Hz)
 I – Csatkai medence
 II – Suri maximum

Fig. 26. Reflection time section DK-1/78 (filter: 15-30 Hz)
 I – basin of Csatka,
 II – maximum of Sur

Рис. 26. Отрезок временного разреза МОВ по профилю DK-1/78
 I – бассейн Чатка,
 II – максимум Шур (фильтрация: 15-30 гц)

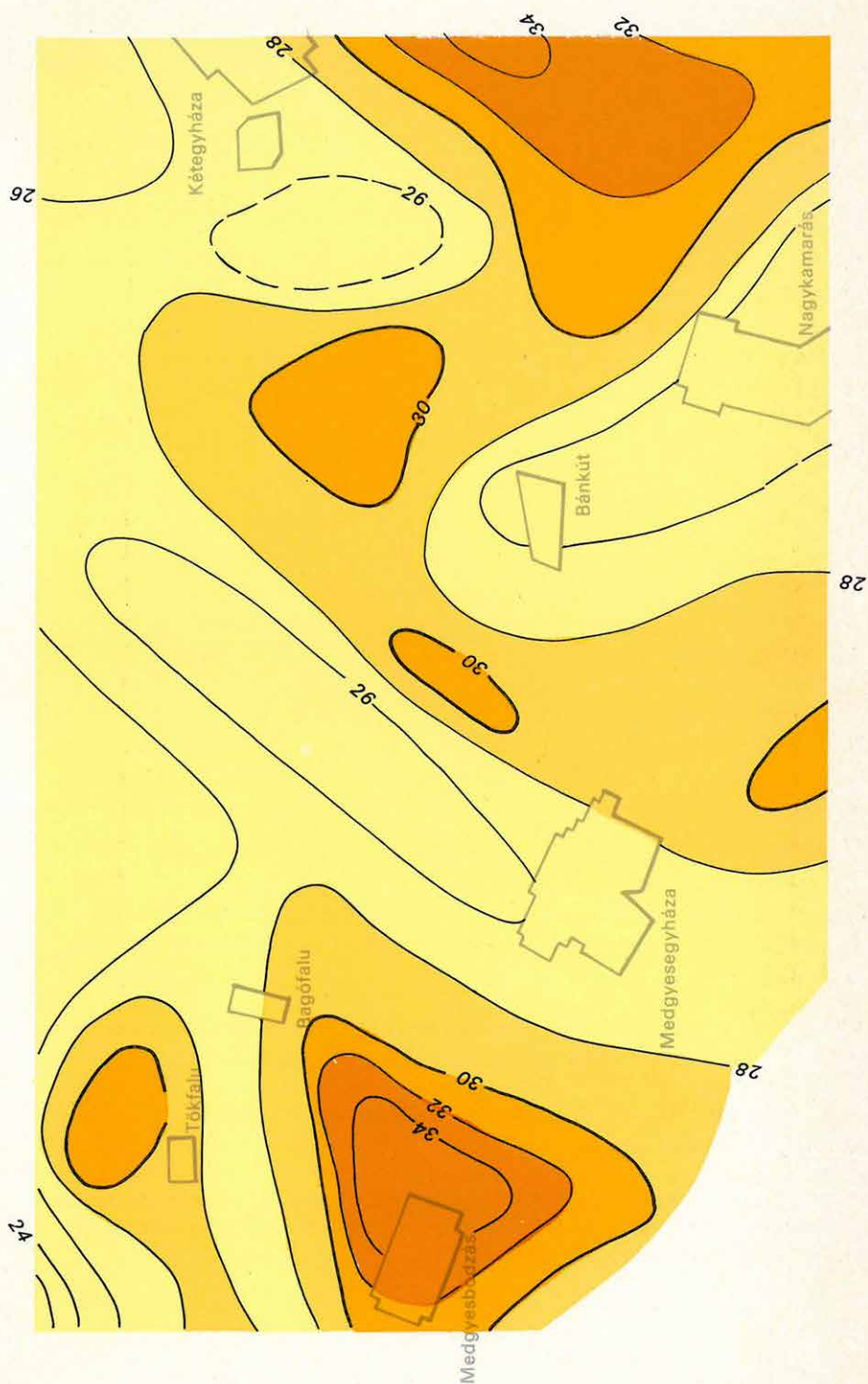


27. ábra. Gö-5 reflexiós időszelvény mélyreflexiós tartománya
M₁, M₂ – Mohorovičić diszkontinuitás
A, B, C – eltérő dőlésű összletek

Fig. 27. Deep reflection range of Gö-5 time section
M₁, M₂ – Mohorovičić discontinuity;
A, B, C – series of different dips

Рис. 27. Диапазон глубинных отражений в временном разрезе по профилю
МОВ Gö-5
M₁, M₂, – поверхность Мохоровичича,
A, B, C – толщи с различными наклонами

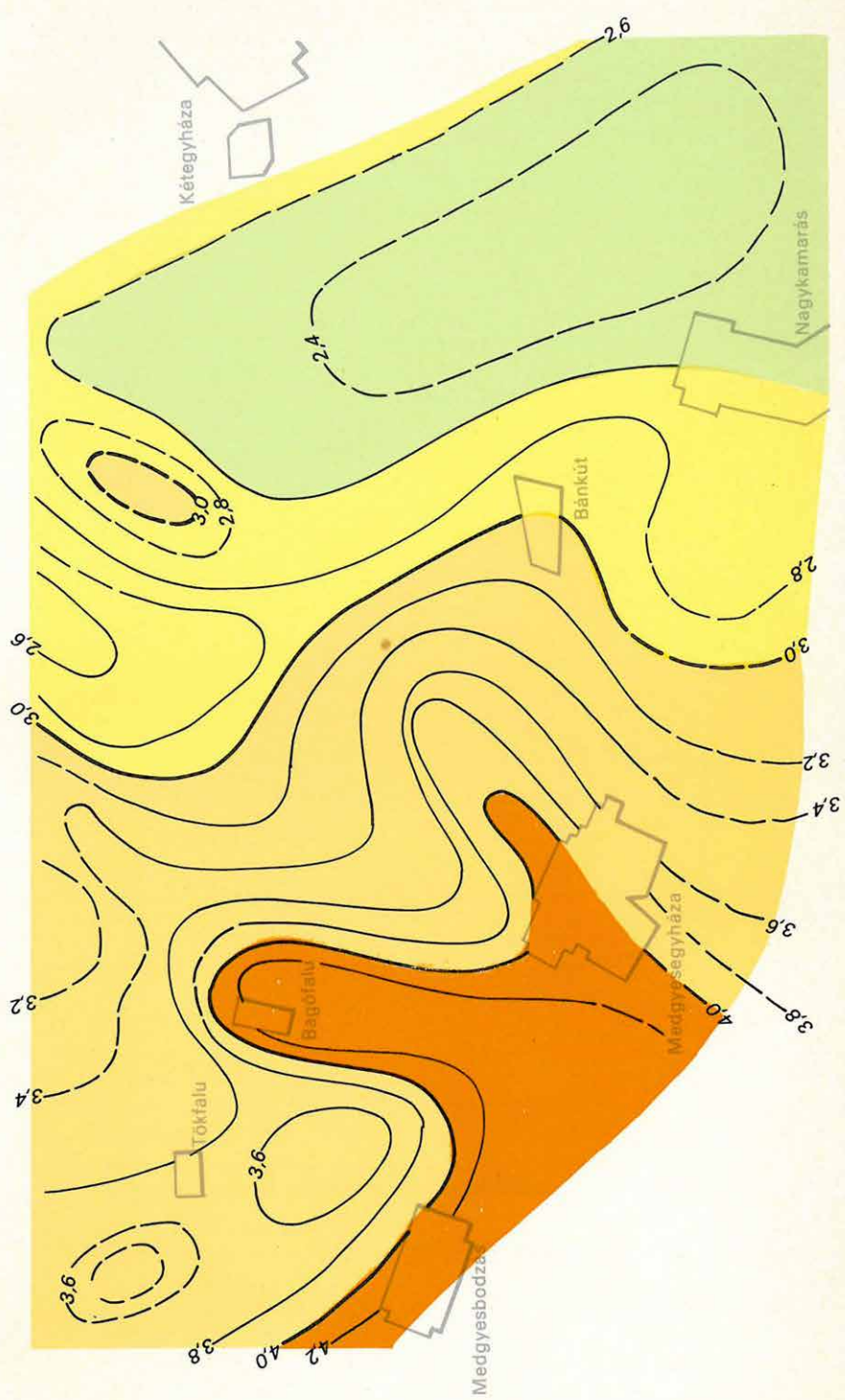
0 1 km



28. ábra. A Maros hordalékkúp kutatásában a felső 150–300 m öszszlet fajlagos ellenállásának területi eloszlása VES mérésekből

Fig. 28. Resistivity map of the upper 150–300 m of the alluvial cone of the river Maros

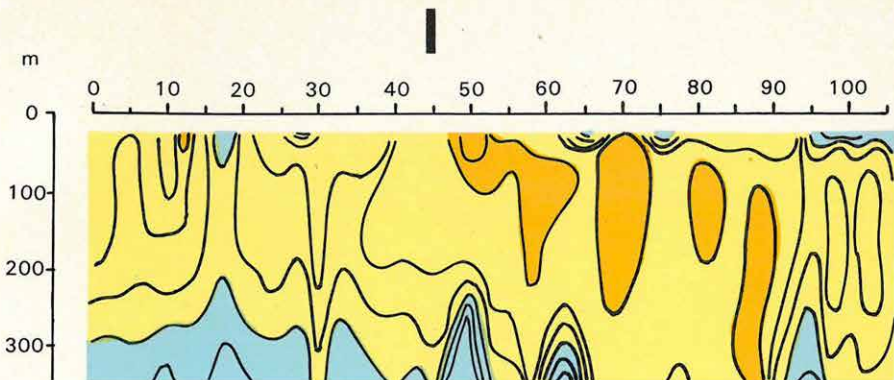
Рис. 28. Пространственное распределение удельных сопротивлений верхней толщи мощностью 150–300 м по данным ВЭЗ, при исследовании конуса наносов р. Марош



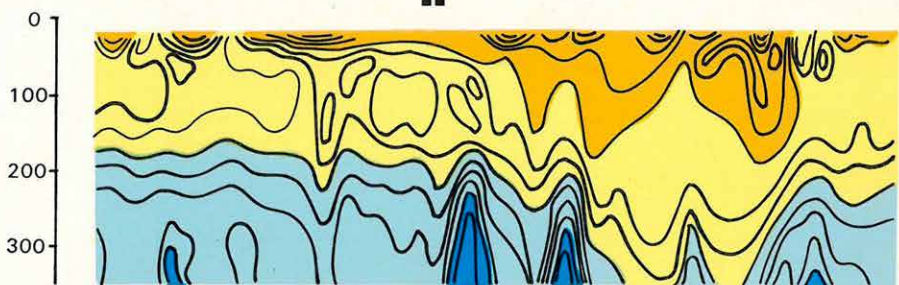
29. ábra. Az $AB=640$ m-nél szerkesztett η -paraméter eloszlása

Fig. 29. Distribution of parameter η , at $AB=640$ m

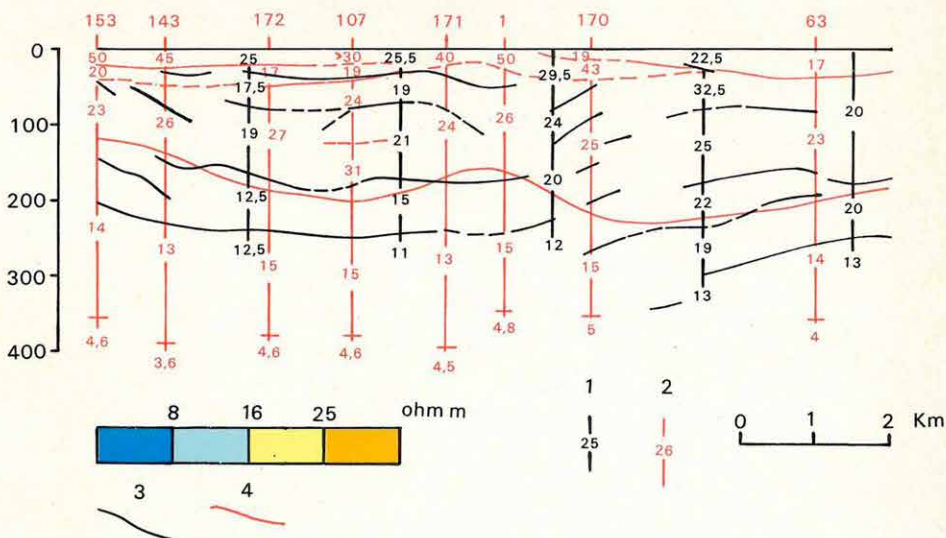
Рис. 29. Распределение параметра η при разnose $AB=640$ м



II



III



30. ábra. A Maros hordalékkúpon mért MFS szelvény

I – látszólagos fajlagos ellenállás (ϱ) szelvény;

II – differenciális ellenállás (ϱ_T) szelvény;

III – kiértékelt rétegszelvény; 1 – néhány MFS pont a szelvényben;

2 – VES pont a szelvényben; 3 – MFS mérésekből meghatározott réteghatár; 4 – VES mérésekből meghatározott réteghatár

Fig. 30. FDEM cross section

I – apparent resistivity (ϱ) profile

II – differential resistivity (ϱ_T) profile

III – geological interpretation

1 – FDEM points in the profile; 2 – VES point in the profile; 3 – boundary, from FDEM measurements; 4 – boundary from VES measurements

Рис. 30. Один из профилей, проведенных в районе по методу искусственного частотного зондирования

I – кажущееся удельное сопротивление (ϱ),

II – дифференциальное сопротивление (ϱ_T),

III – интерпретированный разрез

1 – некоторые пункты наблюдений по методу искусственного частотного зондирования по профилю, 2 – пункты ВЭЗ по профилю, 3 – граница раздела по данным искусственного ЧЗ, 4 – граница раздела по данным ВЭЗ

Ezért GP-mérések végzése indokolt felszínen és lyukban egyaránt. Kedvezőek az MFS mérések tapasztalatai is. A gyorsabb mérés, a kisebb ponttávolság (250 m) a viszonylag ritkább VES mérések (1,5–2,0 km) között sűrűbb információszerzés lehetőségét biztosítja. Alkalmazásuk a nagyobb fajlagos ellenállású összletek kutatásában, főleg a lencsés település és kiemelkedési zónák szelvénymenti felismerésénél indokolt (30. ábra).

Mérnökgeofizikai témakörben a Dunai Vízlépcsőrendszer Dunakiliti térségében tervezett tározó töltésének nyomvonalán végzett vizsgálatainkat ismertetjük. A tervezéshez szükséges 5–25 m-es felső szakasz kutatásánál horizontális ellenállásszelvényezést, vertikális elektromos szondázást és mérnökgeofizikai szondázást alkalmaztunk.

A Duna hordalékkúpjára építendő gát tervezése a szokásosnál részletesebb vizsgálatot igényel, mert nincs a területen összefüggő, egyenletes vastagságú vízzáró képződmény, és a kavicsos hordalékösszlet – különösen a felső szakaszon – szeszélyesen változatos felépítésű.

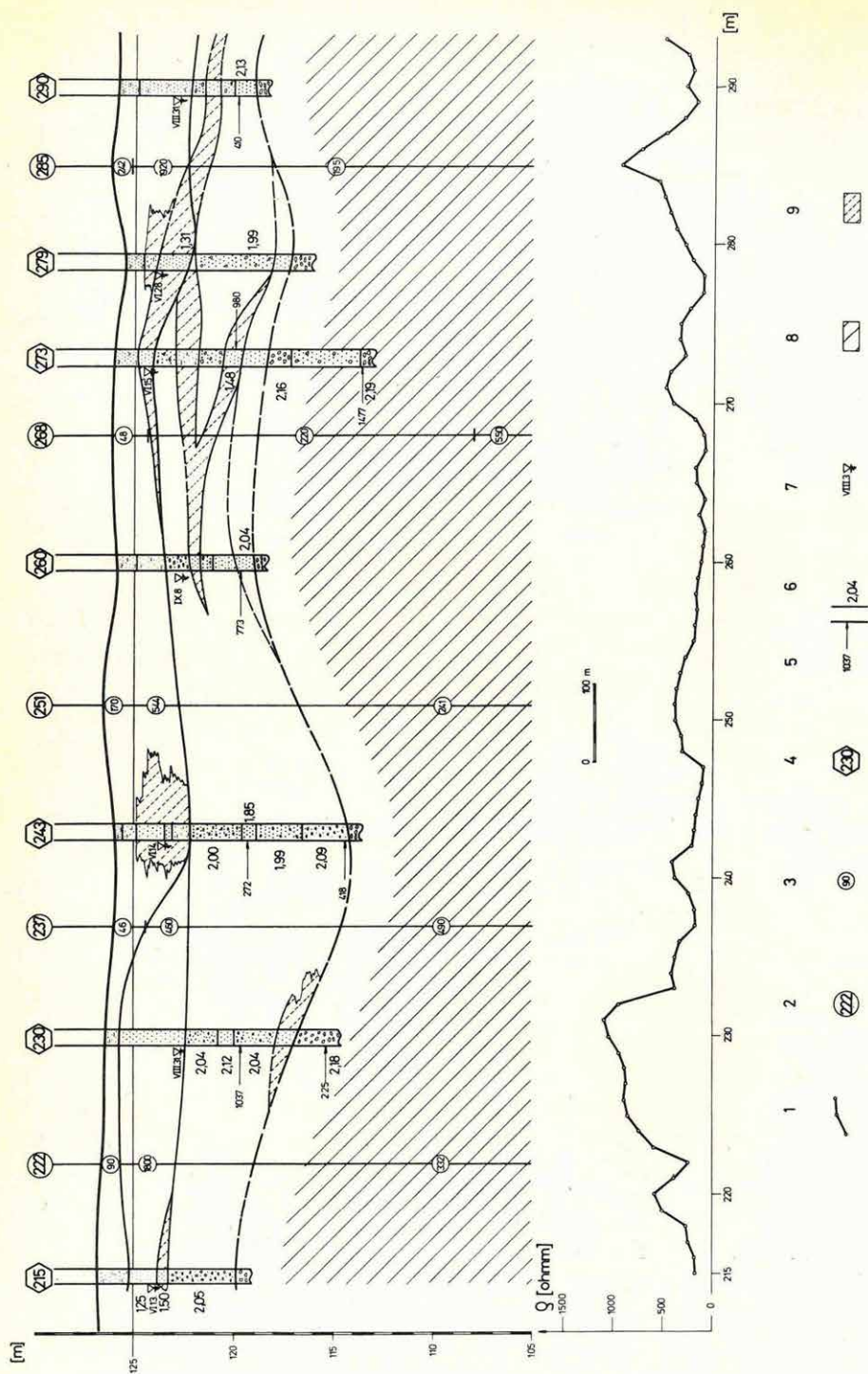
Az elmúlt évek tapasztalatai alapján a feladatra kialakított módszer-tanunk a következő:

A méréseket – néhány tájékozódó vertikális elektromos szondázás adataiból megválasztott két különböző AB távolságú – horizontális ellenállásszelvényezéssel kezdjük. Egy viszonylag kis behatolású szelvényezéssel a holocén ártéri üledékekből álló fedő folytonosságát, vastagságviszonyait és relatív minőségét, a nagyobb behatolású szelvényezéssel a kavicsos hordalékkúp felső szakaszának felépítését vizsgáljuk (31. ábra).

A szelvényezés segítségével elkülöníthetők azok a vonalszakaszok, ahol egyenletesebb a fedőképződmény vastagsága és nyugodtabb településű a hordalékösszlet (232–270), vagy kivékonyodik a fedőképződmény (220–232), esetleg zavart településű, egykori folyómedret harántol a szelvény (270–290).

A kutatási rendszer következő lépéseként, a horizontális szelvények eltérőnek jelzett szakaszain vertikális elektromos szondázásokat célszerű végezni. A szondázások a vizsgált összletet nem bontják a mérnökök kívánta részletességgel, de a talajmechanikai fúrásokkal szokásos feltérítési mélységet (10–15 m) csekély anyagi ráfordítással nagyobb mélységből származó információkkal egészítik ki.

A horizontális szelvényezés és a vertikális elektromos szondázás eredményeinek ismeretében telepíthetők a gáttervezéshez szükséges felső 10–15 m-es összlet részletes vizsgálatát célzó kutatások, a mérnökgeofizikai szondázások. Ennek az ELGI-ben kidolgozott módszernek a lényege az, hogy hidraulikus eszközzel a rétegek mechanikai ellenállását mérő szondát juttatunk a vizsgálandó közegbe, majd a rudazaton belül mérjük a harántolt rétegek egyéb fizikai paramétereit is. A szonda átmérője igen



kicsiny (36–42 mm), a bepréseléskor nem változtatja meg a kőzetek természetes állapotát, ezért in situ adatok nyerhetők.

A mérésekből a következő közvetlen és közvetett fizikai paraméterek számíthatók:

- a) a harántolt rétegek mechanikai ellenállása, a szonda lehatolásakor, a szondacsúcsra ébredő erővel arányos. Ez kijelöli az alapozásra alkalmatlan laza közbetelepüléseket, a tömör kavics-, vagy görgetegpadokat, és jelzi a vizsgált réteg finomabb szerkezetét;
- b) a harántolt képződmények természetes aktivitásának mérése az egyes képződmények litológiai összetételére utal. Ez a paraméter nagy biztonsággal választja el a hordalékkúp finomabb szemcseösszetételű fedőképződményeit, és jelzi a kavicsos összlet legkisebb agyagos-iszapos közbetelepüléseit is.
- c) A tervezőmérnök számára a γ - γ módszerrel in situ meghatározott térfogatsúly az egyik legfontosabb adat. Ennek segítségével elválaszthatók a kavicsos összleten belül a különböző szemcse nagyságú és tömörségű képződmények; a laza szerkezetű közbetelepülések (pl. folyóshomok); kijelölhető a talajvízszint és kapilláris zóna. A folyamatosan észlelt térfogatsúly görbe jellege az egyes rétegek homogén vagy inhomogén felépítését is jelzi.
- d) Az említett három paraméter segítségével kiszámítható a tervezés szempontjából fontosabb rétegek száraz térfogatsúlya (γ_{sz}), nedvességtartalma (W%) és hézagterfogató értéke (n%).

31. ábra. A Dunakiliti térségben tervezett tározó töltés nyomvonalán végzett mérnökgeofizikai vizsgálatok

1 – geoelektromos szelvényezés, AB=20 m; 2 – VES; 3 – a geoelektromos réteg fajlagos ellenállása (ohmm); 4 – mérnökgeofizikai szondázás; 5 – K-tényező vonatkozási helye és értéke (m/nap); 6 – a réteg száraz térfogatsúlya (g/cm³); 7 – nyugalmi vízszint az észlelés időpontjával; 8 – hordalékkúp; 9 – kisteherbírású közbetelepülések

Fig. 31. Engineering geophysical prospecting along the planned damsite of Dunakiliti
1 – geoelectric profiling, AB=20 m; 2 – VES; 3 – resistivity of geoelectric layer (ohmm); 4 – engineering geophysical sounding; 5 – reference location and value of K-parameter (m/day); 6 – bulk density (dry) (g/cm³); 7 – water level and date of observation; 8 – alluvial cone; 9 – layers of low load capacity

Рис. 31. Инженерно-геофизические работы по линии наполнения водохранилища, проектируемого в районе Дунакилти

1 – электрическое зондирование, AB = 20 м; 2 – ВЭС; 3 – удельное сопротивление геоэлектрического пласта (в ом·м); 4 – инженерно-геофизическое зондирование; 5 – место приведения и величина фактора К (м/день); 6 – сухой объемный вес пласта (г/см³); 7 – статический уровень воды во время наблюдений; 8 – конус наносов; 9 – прожилки с малой крепости

A mérések eredményeképpen megszerkesztett szelvényen (31. ábra) felül folytonos vonal határolja a kis permeabilitású iszapos, homoklisztes fedőt; kiemelten jelöltük a kis teherbírású, laza közbetelepüléseket; és a szelvény alján vastagabb vonal jelzi a nagy teherbírású, többnyire durvakavicsos kifejlődésű szintet.

A gát alatt várható elszivárgás számításához megkíséreltük a szivárgási tényező (k) in situ meghatározását. A nyeletési kísérletek biztatóak, bár a k értékek a közel azonos szemszerkezetű rétegekben is a vártnál szélesebb határok között változnak. Ennek oka feltehetően a túlságosan kis szakaszon (10 cm) végzett nyeletés. A változatos témakörű mérnöki feladatoknál hasonló speciális igények gyakran felvetődnek. Mint a k tényező meghatározási kísérletek is bizonyítják, a mérnökfizikai szondázás módszere ezekre további fizikai paraméterek vizsgálatával lehetőséget biztosít.

Az OKGT megbízásából folyamatosan végzett szénhidrogénkutató komplex geofizikai kutatásaink során, 1978 elején, lezártuk a több éve folyó hajdúsági méréseket és két új területegységen indítottunk kutatásokat. Az egyik területegység az A-12 jelű regionális vonalhoz kapcsolódó abony-szolnoki, a másik az A-14 regionális vonalhoz kapcsolódó mezőcsáti, illetve hortobágyi kutatási terület.

*Abonyi kutatási terület***

Az 1978-ban Törtel, Abony, Zagyvarékas, Szolnok térségében végzett reflexiós szeizmikus mérések földtani célkitűzése – a szolnoki és törteli fúrásokban feltárt flis összlet kiékelődési területén – a teljes rétegsor belső szerkezetének felderítése, a preausztriai medencealjzatot is beleértve.

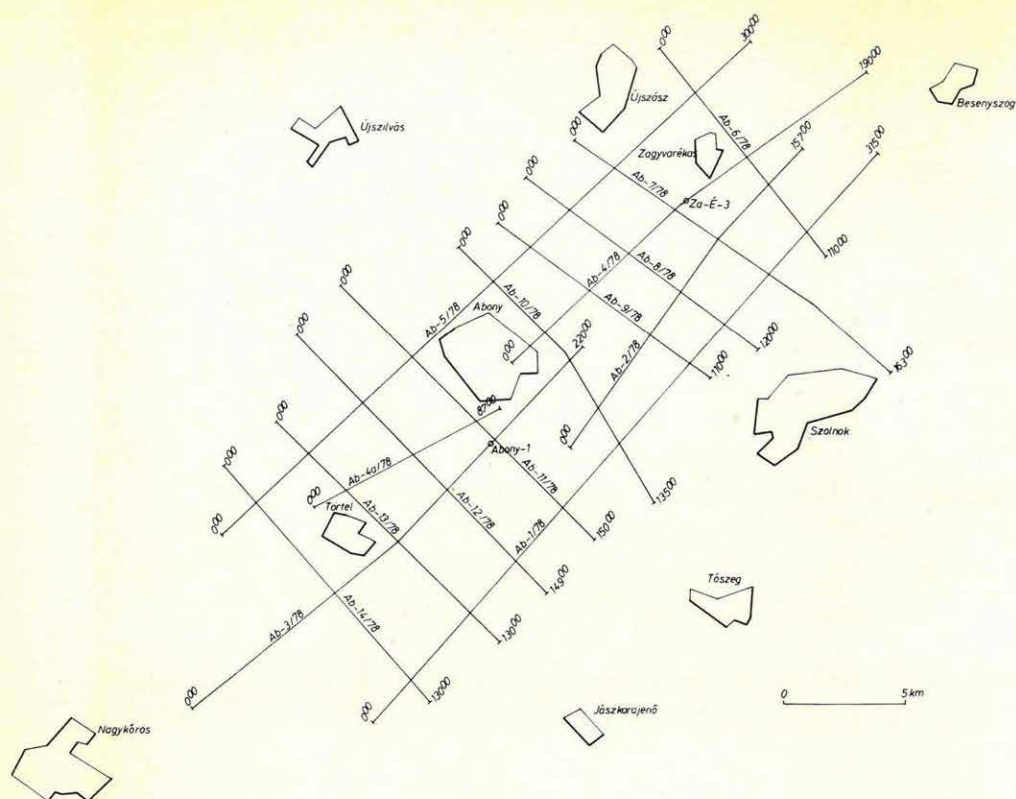
A kb. 5 km sűrűségű szelvényhálózat mentén összesen 246,8 km földrajzi hosszban készítettünk terepi felvételezést (32. ábra). A felvételek 50 m geofonbázis távolsággal, 575 m offsettel, 12×100% fedésű egyirányú lövési rendszerben készültek. A vonalmenti geofoncsoport bázishossza 45 m, tagszáma 32, a geofonok típusa GSC-11 D.

A rugalmas hullámkeltést robbantásos eljárással, a regisztrálást SD-10/21 típusú digitális berendezéssel végeztük.

A mérési anyag feldolgozásáról a következő évi jelentésünkben számolunk be, itt csak bemutatjuk az Ab-11/78 szelvény migrált változatát, színes kiírásban (33. ábra).

* Bodoki T., Polcz I., Szeidovitz Gy.-né.

** Albu I., Tímár Z.



32. ábra. Az Abony környéki szeizmikus mérések helyszínrajza

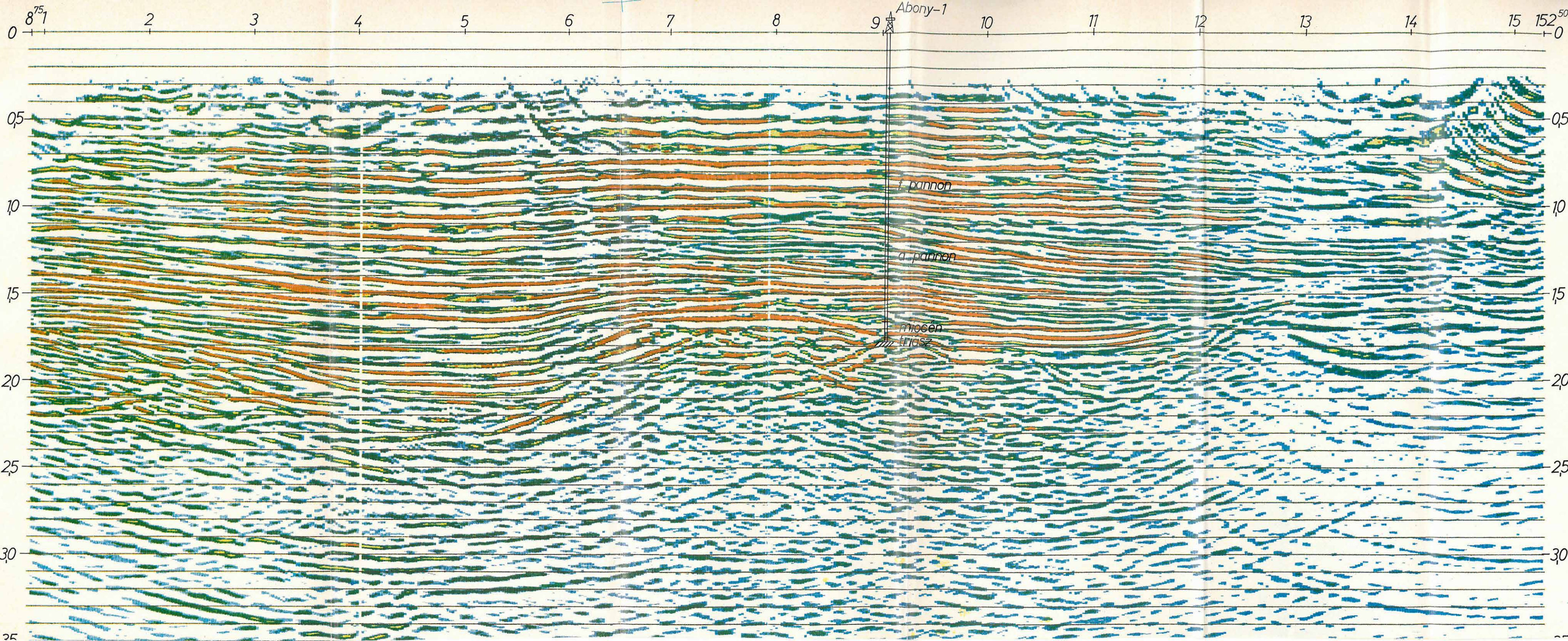
Fig. 32. Location map of seismic survey around Abony

Рис. 32. План сейморазведочной съемки района Абонь

*Mezőcsát-hortobágyi kutatási terület****

Az A-14 jelű regionális vonal Püspökladánytól Emődig húzódó szakaszához kapcsolódik a mezőcsát-hortobágyi kutatási terület. A területen az 1978-ban indított komplex geofizikai kutatás hálózat-kiegészítő gravitációs méréseket, magnetotellurikus méréseket és szeizmikus reflexiós méréseket foglal magában. A 34. ábrán a kutatások helyszínrajzát mutatjuk be, feltüntetve rajta a gravitációs mérések területét, illetve a magnetotellurikus állomások és a szeizmikus reflexiós vonalak helyét. A továbbiakban a méréseket az egyes módszerek szerint tekintjük át.

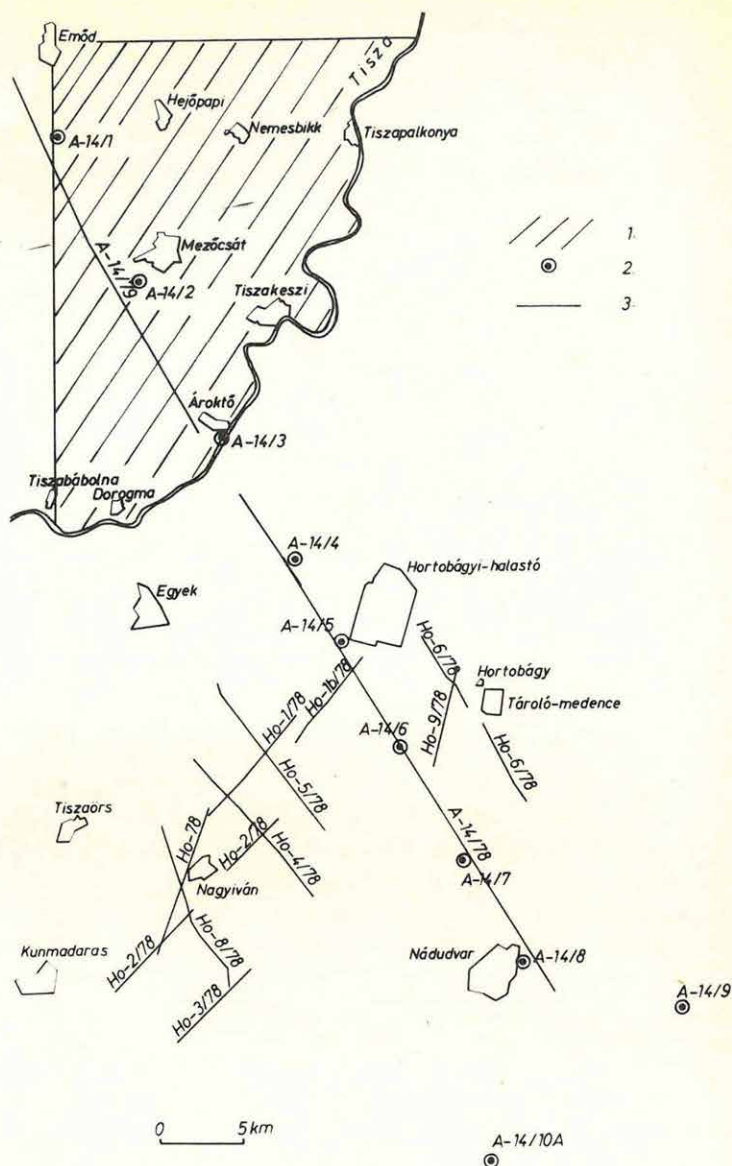
*** Jánvári J., György L., Nemesi L., Varga G., Schönviszky L., Pintér A.



33. ábra AB-11/78 reflexiós időszelvény migrációs feldolgozással

Fig. 33. Migrated time section AB-11/78

Рис. 33. Временной разрез МОВ по профилю АВ-11/78, обработанный с использованием миграции



34. ábra. A mezőcsát-hortobágyi kutatási terület helyszínrajza

1 – gravitációs hálózatkiegészítés; 2 – magnetotellurikus szondázás; 3 – szeizmikus reflexiós vonal

Fig. 34. Location map of the survey area of Mezőcsát-Hortobágy

1 – supplementary gravity measurements; 2 – magnetotelluric sounding; 3 – seismic reflection profile

Рис. 34. План района работ Меззчат-Хортобадь

1 – дополнительные гравиметрические измерения; 2 – магнитотеллурическое зондирование; 3 – сейсмический профиль МОВ

Gravitációs mérések

A gravitációs hálózatkiegészítő méréseket a Tiszától É-ra, Gelej-Mezőcsát-Nagyecsértanya-Ároktő környékén mintegy 540 km²-nyi területen 1401 állomáson végeztük, így a terület gravitációs állomássűrűségét átlagosan 3,6 állomás/km²-re egészítettük ki.

A mérések alapján elkészítettük, $\sigma = 2,0$ g/cm³ korrekciós sűrűséggel számítva, a terület új Bouguer-anomália térképét. Ez elég jellegtelen, mindössze Nagyecsértanya környékén látható egy kis amplitúdójú negatív anomália. A hálózatkiegészítések eredményeképpen az új Bouguer-anomália térkép alkalmas másodlagos feldolgozásokra. Ennek során $s = 250$ m, $\kappa = 3, 4, 6$ és 9 , valamint az $s = 500$ m, $\kappa = 3, 4$ és 6 paraméterű (Meskő-féle) alulvágó szűrőmátrixokat használtunk fel.

A szűrt térképek közül legjellegzetesebbnek az $s = 250$ m, $\kappa = 3$ paraméterű maradék-anomália térkép tűnik. Ez a térkép a nagyecsértanyai minimum körül – a térkép hibahatárát alig meghaladó amplitúdóval – íves elrendezésű anomália vonulatot jelez (35. ábra).

Magnetotellurikus mérések

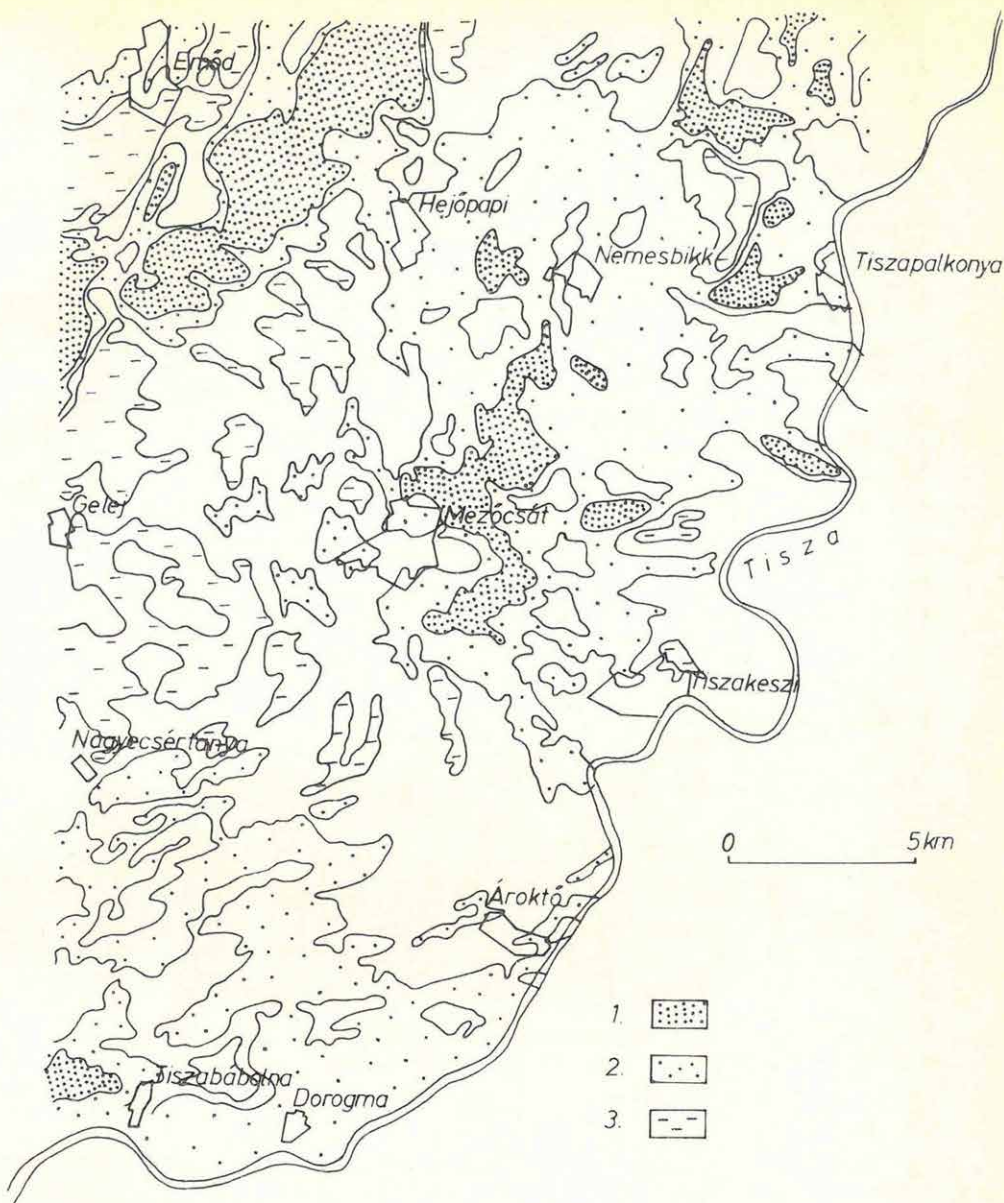
A magnetotellurikus méréseket az A-14 jelű regionális szeizmikus szelvény mentén végeztük. A mérési pontok helyét a 34. ábrán tüntettük fel.

A különböző földtani tájegységeket harántoló szelvény mentén végzett átnézetes MTS mérések feladata az volt, hogy megvizsgáljuk a szerkezeti egységek lehatárolásának, illetve a nagy ellenállású medencealjzat minőségi megkülönböztetésének lehetőségét a geoelektromos paraméterek alapján. A méréseket DEF-1 típusú digitális jelrögzítésű műszerrel végeztük 20–0,004 Hz frekvenciatartományban. Az MTS mérésekből kapott mélységsvélvényt, illetve a mérések egy lehetséges földtani értelmezését, amely figyelembe veszi a területen levő fúrások adatait is, a 36. ábrán mutatjuk be.

A tájegységek geoelektromos modellje, illetve geoelektromos paraméterek alapján, a szelvény mentén az alábbi szerkezeti egységeket különíthetjük el.

I. szerkezeti egység (Emőd környéke): az MTS mérésekből a nagy ellenállású oligocén-triász képződmények alatt feltehetően idősebb korú jólvezető összlet található. Az MTS görbéket torzító dőlés-hatás miatt a triász képződmények vastagságát valószínűleg túlbecsültük.

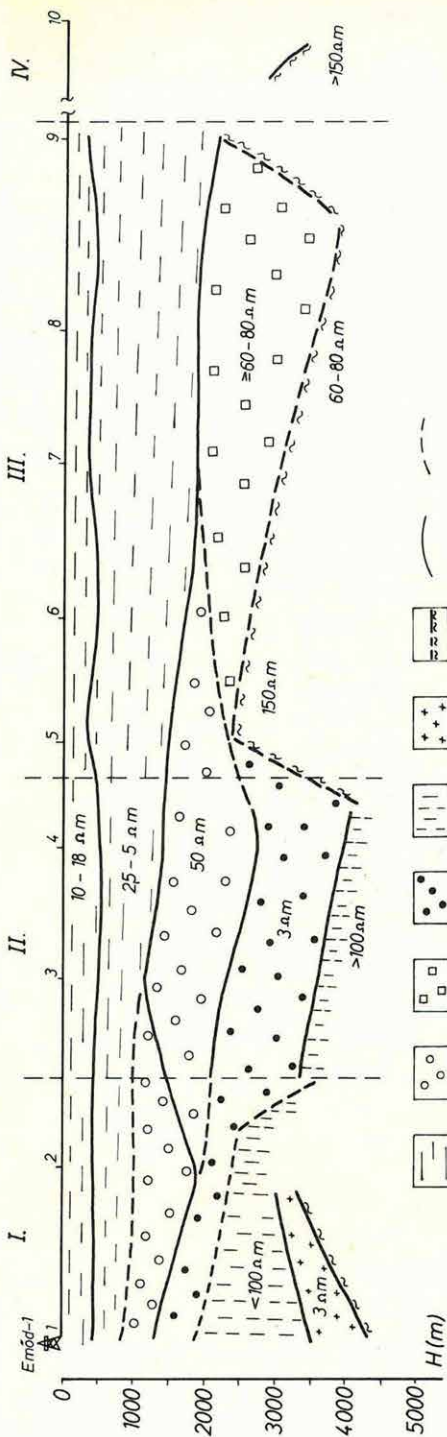
II. szerkezeti egység (3. és 4. mérési pont): a mérések alapján a területet mély süppedéknek lehet feltételezni. A 4000 méter körüli mélységben levő geoelektromos aljzat valószínűleg mezozoos képződmény.



35. ábra. A mezöcsáti kutatási terület gravitációs maradék-anomália térképe
1 – nagy amplitúdójú pozitív maradék-anomália; 2 – kis amplitúdójú pozitív maradék-anomália; 3 – negatív amplitúdójú maradék-anomália

Fig. 35. Gravity residual anomaly map of the Mezöcsát area
1 – positive residual anomalies of high amplitude; 2 – positive residual anomalies of low amplitude; 3 – negative residual anomalies

Рис. 35. Карта остаточных аномалий поля силы тяжести в районе Мезэчат
1 – положительные остаточные аномалии с большими амплитудами; 2 – положительные остаточные аномалии с малыми амплитудами; 3 – остаточные аномалии с отрицательными амплитудами



36. ábra. Fúrások és MTS mérések alapján feltételezett modell

1 – neogén és annál fiatalabb kiselállású összlet; 2 – mioécen nagyvellenállású összlet; 3 – kréta (flis); 4 – oligocén összlet; 5 – triász nagyvellenállású összlet; 6 – újpaleozoos felszín; 7 – őpaleozoos felszín; 8 – MTS mérésekből meghatározott réteghatár; 9 – feltételezett, mérésekkel nem kimutatható réteghatár

Fig. 36. Geological model from borehole and MTS data

1 – Neogene and younger sediments of low resistivity; 2 – Miocene high resistivity layers; 3 – Cretaceous flysch; 4 – Oligocene; 5 – Triassic high resistivity layers; 6 – young Paleozoic surface; 7 – old Paleozoic surface; 8 – boundary from MTS data; 9 – speculative boundary

Рис. 36. Модель геологического строения по данным бурения и наблюдений по методу МТЗ

1 – толща неогеновых и более молодых отложений с низкими величинами сопротивлений; 2 – толща миоценовых отложений с высокими величинами сопротивлений; 3 – меловые отложения (флиш); 4 – толща олигоценных отложений; 5 – толща триасовых отложений с высокими величинами сопротивлений; 6 – поверхность неопалеозойских отложений; 7 – поверхность древнепалеозойских отложений; 8 – граница раздела, определенная по данным МТЗ; 9 – предполагаемая граница раздела, не выявляемая измерениями

III. szerkezeti egység (5–9. mérési pontok): a térségben a geoelektromos aljzat a nagy ellenállású flis, illetve a flisre települt miocén képződmények felszíne. A mezozoos és paleozoos képződmények határfelülete a mérésekből nem határozható meg.

IV. szerkezeti egység (10A, 10B mérési pontok): a terület felépítése geoelektromos szempontból egyszerűbb; a jólvezető neogén (miocén) képződmények közvetlenül az ópaleozoos képződményekből álló harmadkori medencealjzatra települnek. Az MTS mérésekből a paleozoikum felszíne általában meghatározható.

Reflexiós szeizmikus mérések

1978-ban a reflexiós szeizmikus méréseket vibroszeiz eljárással végeztük a Hortobágyi Nemzeti Park területén. Mérés területünk központi részét a korábbi szeizmikus mérések eredményei alapján „néma zónának” elnevezett területrész alkotja. A vibroszeiz eljárás alkalmazását indokolták mind a természetvédelmi terület, mind a néma zónán korábban végzett sikeres kísérleteink. A mérések földtani célkitűzése a paleogén üledékek és a medencealjzat szerkezeti viszonyainak felderítése.

Az OKGT megbízás a terület átnézetes kutatását (kétéves program, Ho jelű vonalak) és a tárcaszintű kutatási főirány keretében kijelölt ÉNy-DK irányú szelvény mérését (A–14 jelű vonal) tartalmazza. A vonalhálózatot a 34. ábra mutatja.

A terepi mérési paramétereket az 1977. évi kísérletek eredményei alapján a megbízóval közösen a következőkben rögzítettük:

12×100%-os fedés, egyirányú külső vibrátorpontos rendszer alkalmazásával a Ho vonalakon,

24×100%-os fedés, kétirányú külső vibrátorpontos rendszer alkalmazásával az A–14 jelű vonalon; 50 m-es geofonbázisköz; 300 m-es offset; 16 tagú geofonsoport; 45 m-es geofonsoport hossz; sweep-frekvencia: 15–56 Hz; sweep-hossz: 7 sec; geofizikai felvételhossz: 5 sec; összegezések száma: 20; vibrátorcsoport hossza: 100 m; terepi keverés: 30%.

A méréseket nyáron végeztük, de a téli és tavaszi esőzések következtében felázott felső agyagréteg miatt a mélyebb fekvésű helyeken energia-keltéskor igen rossz csatolás jött létre. Emiatt az eredeti mérési vonalhálózat tervét többször meg kellett változtatni.

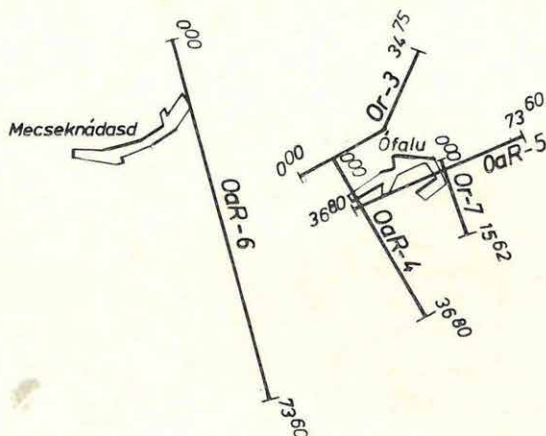
Méréseink során összesen 122,3 km földrajzi hosszban végeztünk terepi felvételezést, ebből 31,1 km 24×100%-os, 91,2 km pedig 12×100%-os fedésű. A mérési eredmények feldolgozása folyamatban van.

1.7 A MECSEK-HEGYSÉG SZERKEZETI ELEMEINEK GEOFIZIKAI KUTATÁSA*

Szeizmikus mérések az ÉK-i Mecsek feketekőszén-kutatási területén

Az Országos Földtani Kutató-Fúró Vállalat megbízásából 1976-tól kezdve folyamatosan végzünk szeizmikus méréseket a mélyfúrásos kutatás előkészítésére. 1978-ban a Máza Dél-Váralja Dél kutatási területhez DK felé kapcsolódva Ófalu környékén három refrakciós és két reflexiós vonallal fejlesztettük tovább a mérési hálózatot (37. ábra).

A refrakciós mérések eredményeit az OaR-4 refrakciós szelvénnnyel szemléltetjük (38. ábra). Az alsó 5400–6300 m/s határsebességgel jellemzett határfelület a középső triász és az ópaleozoos képződmények felszínével azonosítható. A területen raeti törmelékes képződményeket nem írnak le, így a triász ill. ópaleozoos felszín a széntelepes összlet fekvője, amely a refrakciós mérésekből közvetlenül meghatározható, szemben a Máza Dél-

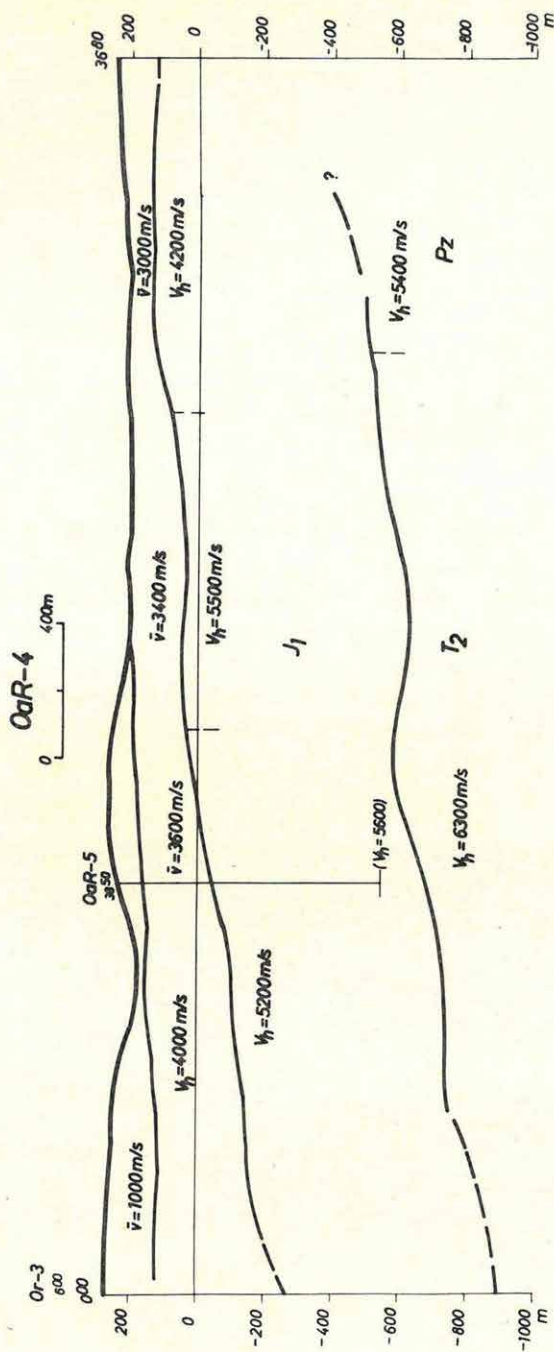


37. ábra. A Máza Dél – Váralja Dél kutatási terület helyszínrajza

Fig. 37. Location map of survey area Máza-S, Váralja-S

Рис. 37. План района работ Маза Юг-Варалья Юг

* Braun L., Kónya A., Nemesi L., Ráner G.



38. ábra. OaR – 4 refrakciós szelvény
Fig. 38. Refraction cross section OaR-4
Рис. 38. Профиль КМПВ OaR-4

Váralja Dél kutatási területtel, ahol ezt a határt csak közvetve tudtuk meghatározni.

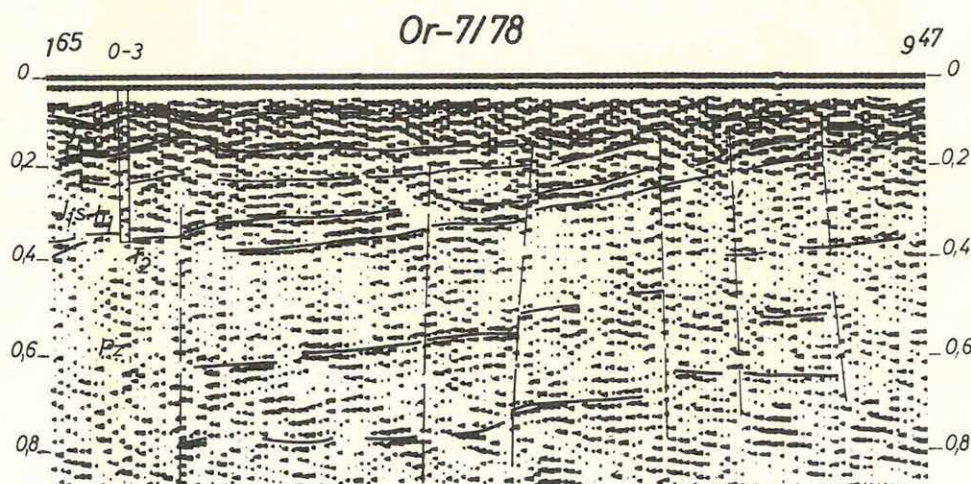
Reflexiós méréseinket középlövéses, 12-szeres fedésű rendszerben végeztük, a geofoncsoportok bázistávolsága 12,5 m volt. A példaképp bemutatott Or-7/78 reflexiós vonal időszelvényén (39. ábra) jól követhetők a DK felé emelkedő határfelületek. A szintazonosításra az 0-3 fúrás adatait használtuk fel, ennek alapján ki tudtuk jelölni a széntelepes összlet fedőjét (J_{1S_2}) és feküjét (T_2). A széntelepes összlet a DK felé vetők mentén emelkedő triász aljzatot elvékonyodik, sőt a szelvény vége felé kikelődik. Figyelemre méltó a 0,8 s-tól 0,6 s-ig emelkedő felület, amely alatt az uralkodó DK-i irányú emelkedéssel ellentétes dőlésű reflexiók jelennek meg.

Megemlíttjük, hogy a Máza Dél-Váralja Dél területen az 1977-es évben mélyített fúrások a széntelepes csoport feküjére vonatkozó szeizmikus előrejelzést hibahatáron belül igazolták.

Geofizikai mérések a Mecsek-hegység ÉNy-i előterében (Zselic)

A Mecseki Ércbányászati Vállalat megbízásából 1978-ban tellurikus és szeizmikus méréseket végeztünk a Mecsek-hegység ÉNy-i előterében Cserénfa-Simonfa-Gálosfa térségében.

A Zse-1 és Zse-2 vonal helyszínrajzát a „Földtani alapszelvények geofizikai vizsgálata” fejezet tellurikus izoarea térképén közöljük (21. ábra.)



39. ábra. Or-7/78 reflexiós szelvény

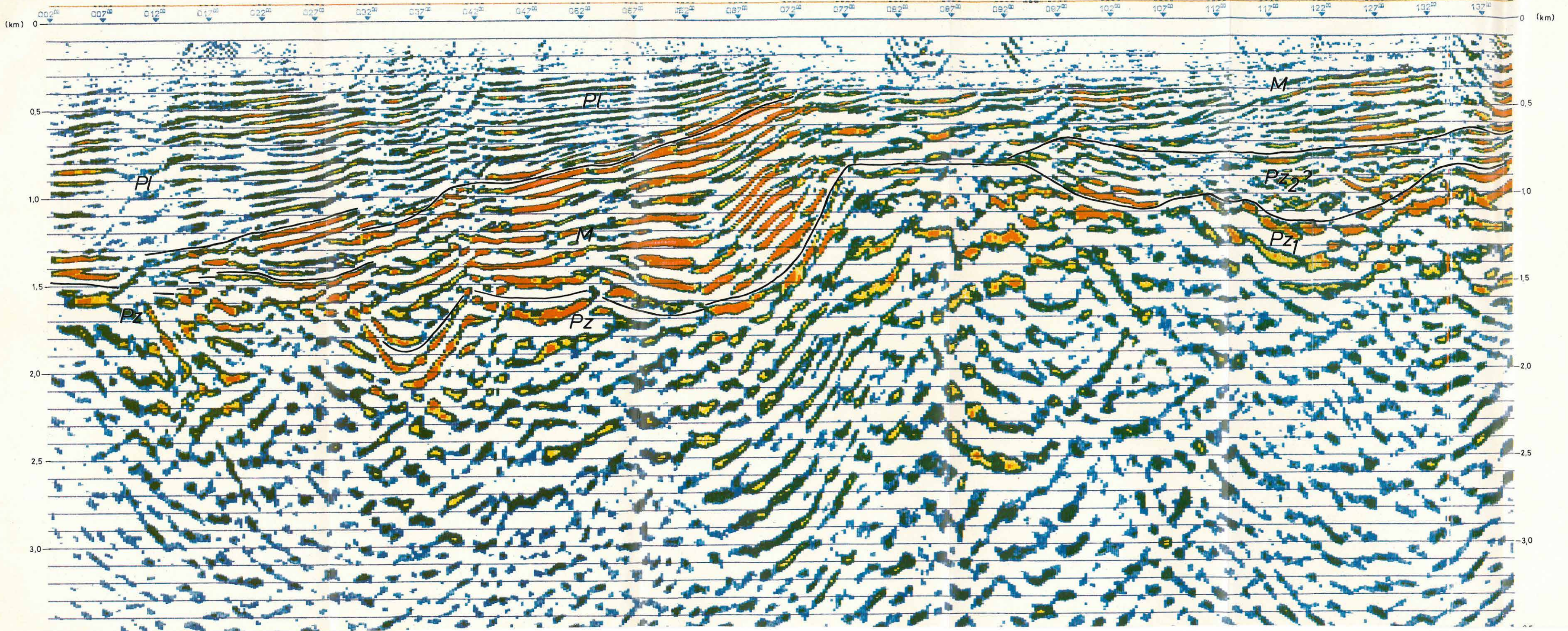
Fig. 39. Reflection time section Or-7/78

Рис. 39. Разрез МОВ по профилю Or-7/78

E

D

Zse-2
66 80
↓



40. ábra Zse-1 reflexiós mélységszelvény

Fig. 40. Reflection depth section Zse-1

Рис. 40. Глубинный разрез МОВ по профилю Zse-1

A geofizikai mérések feladata, hogy ezen a kevésbé megkutatott területen, a korábban rendelkezésünkre álló áttekintő gravitációs és mágneses térképeket is felhasználva, komplex értelmezéssel vizsgáljuk a terület földtani-szerkezeti viszonyait, különös tekintettel az újpaleozoos törmelékes összlet elterjedésére.

A Zse-1 és Zse-2 vonal Bouguer maximum területére esik, a tellurikus anomália térkép viszont negatív anomáliát jelez. Ennek biztos értelmezéséhez nem rendelkezünk elegendő adattal. Lehetséges, hogy az anomáliát – a Mecsek-hegység DNY-i előteréhez hasonlóan – itt is karbon korú kőzetek okozzák.

A Zse-1 reflexió mélységszelvény a 40. ábrán látható. A szelvény földtani értelmezéséhez az intervallum-sebességeket, diszkordanciahatárokat, gravitációs és tellurikus anomáliák menetét használtuk fel. A területen mélyfúrás nem állt rendelkezésünkre. A szelvény első felében a fiatal pannónia üledékek alatt diszkordánsan elhelyezkedő rétegek valószínűleg miocén képződmények. Mindkét összlet D felé fokozatosan emelkedik. A miocén alatt paleozoos kőzeteket tételezünk fel. A szelvény déli végén a negatív tellurikus anomália megszűnik. Ezen a szakaszon 800–1200 m-es mélységben Pz₂ jelöléssel újpaleozoos összletet tételezünk fel a kapott 3100–3600 m/s intervallumsebesség és a földtani szerkezeti kép alapján.

2 MÓDSZER- ÉS MŰSZERKUTATÁSOK

2.1 SZEIZMIKUS MÓDSZER- ÉS MŰSZERKUTATÁS*

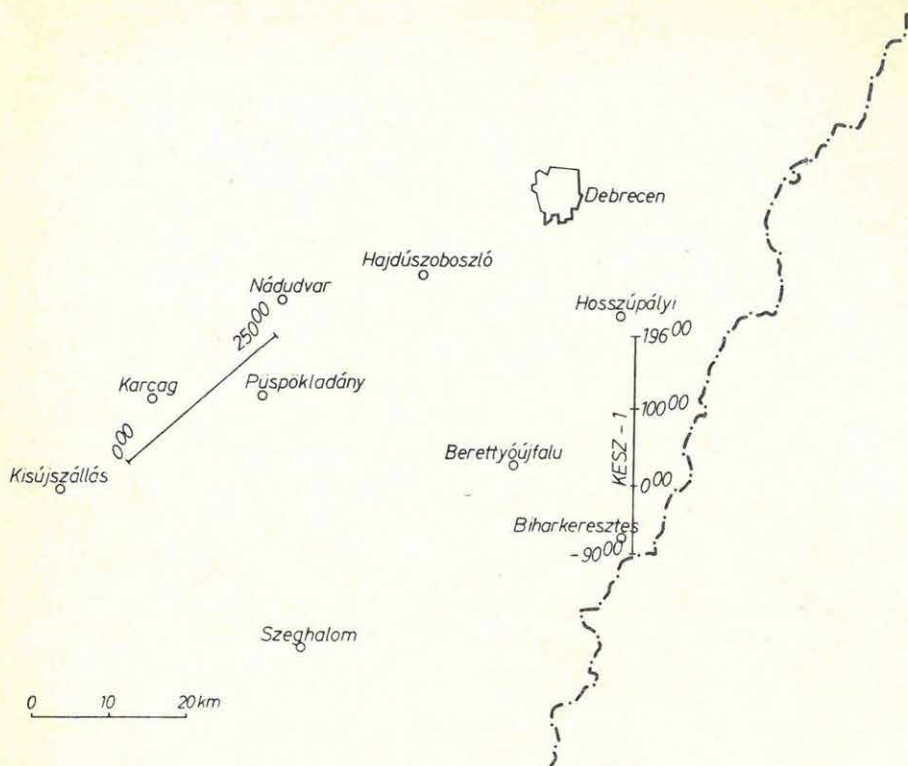
A szeizmikus és számítástechnikai módszer és műszerkutatás 1978. évi leglényegesebb eredményei:

1. többszörös fedésű reflexiós mérésekkel a földkéreg és felsőköpeny néhány lokális szerkezeti elemének meghatározása;
2. szénmedencék kutatására alkalmas mérési metodika kialakítása vibroszeiz eljárással;
3. sikeres tengeri mérések az R-10 számítóközpontra alapozott real-time adatgyűjtő és feldolgozó berendezéssel, és R-10 alapú szárazföldi előfeldolgozó központ kialakítása;
4. SD-10 - CFS-I adatgyűjtő berendezés átalakítása előfeldolgozó központtá.

1. A szeizmikus *földkéreg- és felsőköpeny* vizsgálatokat többszörös fedéses rendszerű reflexiós mérésekkel 1970—72-ben kezdtük el Karcag-Püspökladány térségében. Az első években végzett mérések bebizonyították, hogy a feladatnak megfelelően alakított észlelési rendszerben a földkéreg és felsőköpeny sebesség- és szerkezeti viszonyaira kaphatunk adatokat. A digitális felvevő műszerrel végzett kísérleti mérések eredményeit számítógépen feldolgozva közel 100 km mélységig meghatároztuk a rengéshullámok terjedési sebességét.

1976-tól kezdve a fiatal üledékekben jelentkező töréses zónát keresztező KESZ-I szelvény mentén vizsgáljuk a litoszféra szerkezeti viszonyait (41. ábra). Az üledékösszletre és a harmadkori medence aljzatára vonatkozó adatokat az Országos Kőolaj és Gázipari Tröszt megbízásából végzett hajdúsági szénhidrogénkutató mérések, valamint az ettől D-re húzódó OKGT reflexiós mérések szolgáltatták (lásd 1977. Évi Jelentés 54. oldal, 34., 35., 36. ábrák). A Hosszúpályi-Biharkeresztes irányában húzódó szelvénnel azt vizsgáltuk, hogy a mozgásra utaló jelenségek a földkéreg mélyebb és a felsőköpeny felső részén is jelentkeznek-e. Feltételezzük, hogy a tektonikai elemeknek a különböző rétegsorokban megfigyelhető

* Posgay K., Albu I., Bodoky T., Kengyel M., Komjáthy J., Korvin G., Kovács B., Németh G., Petrovics I.



41. ábra. Földkéreg és felsőköpenykutató mérések helyszínrajza

Fig. 41. Location map of crustal and upper mantle investigations

Рис. 41. План района работ по изучению земной коры и верхней мантии

megjelenéséből a rétegsorok jellegére is kapunk támpontokat. Kedvező eredmények esetén, a kísérleteket nemzetközi együttműködésben, különböző korú mélytöréseken megismételve, a jelenségek időbeli lefolyására is következtethetünk.

A felvételeket SD-10/21 típusú, 24 csatornás, digitális jelrögzítésű berendezéssel készítettük. A szeizmométer bázis-távolság 200 m volt. A vonalmenti geofoncsoport: 40 m bázishosszon 3 db CB-205 típusú, 5 Hz önfrekvenciájú érzékelőből állt. $12 \times 100\%$ fedéssel egyirányú lövési rendszerrel dolgoztunk. A rezgéskeltést 4-6 db 30 m mély fúrt lyukban 200-300 kg robbanóanyag robbantásával végeztük.

A szelvény feldolgozása során a statikus korrekciónál figyelembe vettük a fiatal (neogén) rétegsor hatását is. Az összegezés után kétdimenziós szűrést, súlyozott migrációt, majd időben változó szűrést is végeztünk.

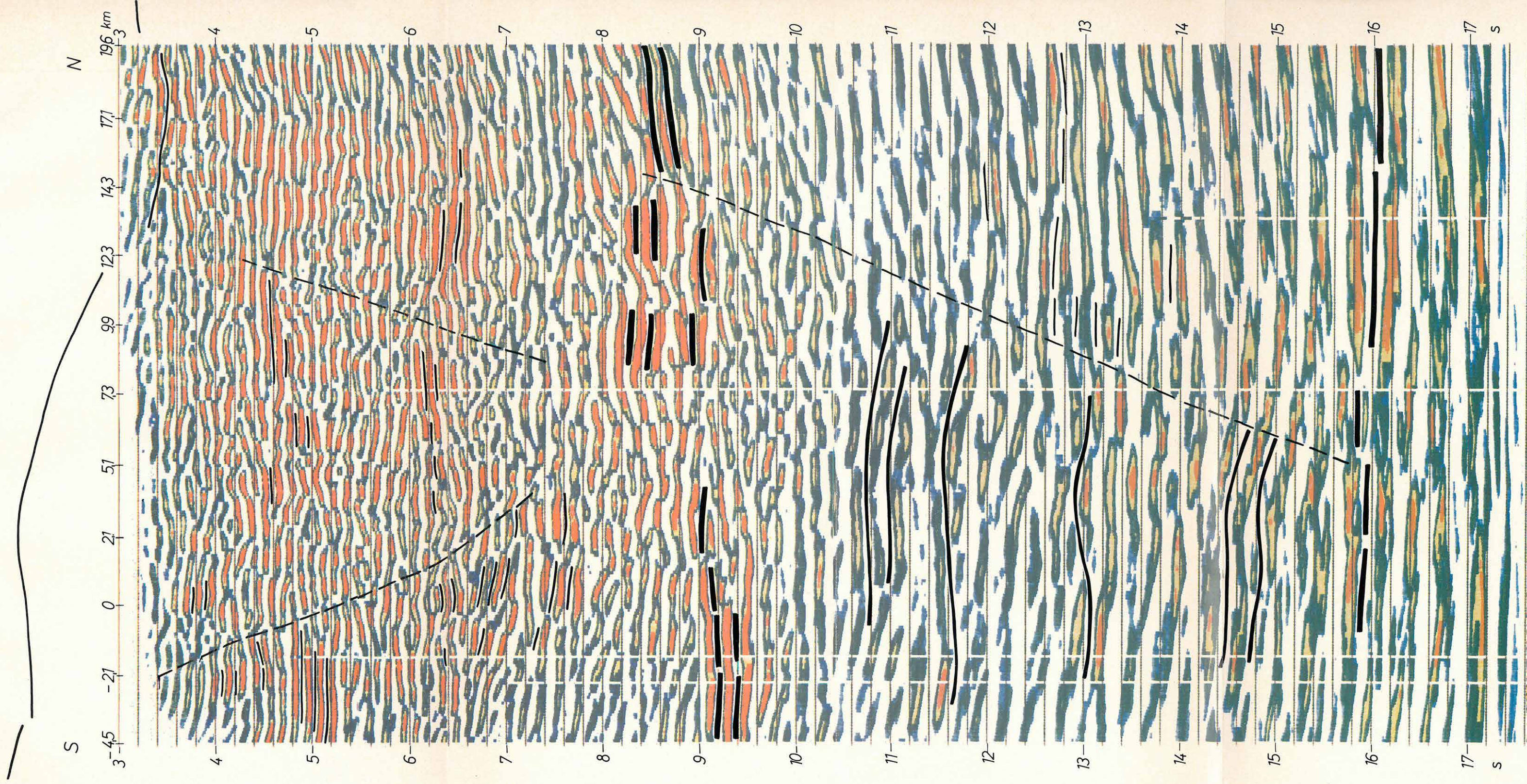
A litoszféra kutató szelvényt kétféle időben változó frekvenciaszűréssel mutatjuk be (42. és 43. ábra). Az idő-frekvencia függvényeket a 44. ábra



42. ábra KESZ-1/76,77 szelvény (I. szűrés)

Fig. 42. Migrated reflection time section KESZ 1/76, 77 (filter 1)

Рис. 42. Разрез по профилю KESZ-1/76, 77, (фильтрация I)



43. ábra KESZ-1/76,77 (II. szűrés)

Fig. 43. Migrated reflection time section KESZ-1/76, 77 (filter II)

Рис. 43. Разрез по профилю KESZ-1/76, 77, (фильтрация II)

mutatja. Az I. függvény szerint készült a 42. ábrán bemutatott szelvény, amelynél a kéreg időtartománya alatt tértünk csak át az 5–10 Hz-nél alacsonyabb szűrőssávra. A II. függvény szerint szűrt 43. ábrán bemutatott szelvényénél már a kéreg alján a kisebb frekvenciák kiemelésére törekedtünk.

A 42. ábrán a Mohorovičić diszkontinuitás mélységében markáns szint jelentkezik; \bar{E} -ről D felé lejt kb. 8,3 s-ról 9,1 s-nak megfelelő mélységbe. A szint a 11 km-es szelvénykaró táján relatív maximumot mutat, míg a 14,3 km-es szelvénykarónál törésre utaló jelenség látszik.

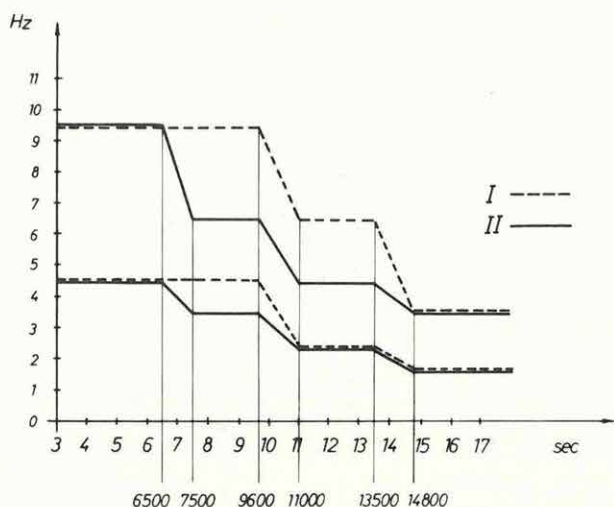
A szelvény felső részén ábrázoltuk a neogén medence szénhidrogénkutató mérések alapján meghatározott aljzatát. A medencealjzat \bar{E} felé süllyed. Több helyen (–4,0; 12,3; 20 km táján) törésre utaló jelenségek mutatkoznak. A medencealjzat és a Mohorovičić diszkontinuitás között helyenként 2–7 km hosszú korrelálható szakaszok jelölhetők be, amelyek megszakadásai néhol úgy rendeződnek, hogy azokból mélytörésekre következtethetünk. Két zónát vázlatos jelleggel be is jelöltünk. A 8–12 km közötti törésszóna két oldalán bejelölt markánsabb szintek elhelyezkedéséből rátalódnak következethetünk: a töréstől \bar{E} -ra levő szintek feltehetően mélyebben helyezkednek el, mint a töréstől D-re levők. A medencealjzat süllyedése – e szerint az elképzelés szerint – 6–7 s-ig megfigyelhető az alatta levő rétegsorban is.

A Mohorovičić diszkontinuitás alatt kb. 15 s mélységig a szelvény déli felén jelentkező beérkezések hívják fel magukra a figyelmet. 0 km táján \bar{E} felé gyengén emelkedő tendencia látszik, viszont az 5–7 km-es szelvénykaró táján markáns \bar{E} -i lejtés figyelhető meg. A szelvény \bar{E} -i részén nyugodtabb településre következtethetünk. A „gyűrt” jellegű D-i és a nyugodtabb településű \bar{E} -i részt feltehetően törésszóna választja el, amelynek hatása a Mohorovičić diszkontinuitásnál is megfigyelhető. A törés e felett is valószínűsíthető, de nem jelöltük; a szelvényvégeken fellépő jelenségek miatt célszerűbb megvárni az 1979. évi \bar{E} -i folytatás feldolgozását.

A szelvény képe 15,8 s táján jelentősen megváltozik. Ebben a mélységben markáns, közel vízszintes felületek láthatók. A felettük vázolt törés táján kisebb zavar ebben a mélységben is megfigyelhető. Ez az eltérő jelleg összhangban van korábbi, Karcag környéki megfigyeléseinkkel, ahol az intervallumsebességek csökkenéséből ebben a mélységben az asztenoszférra következtettünk.

A 43. ábrán, a szelvény közepe táján, a Mohorovičić diszkontinuitás képe egészen eltérő jellegű a 42. ábrán megfigyelthez viszonyítva. A diszkontinuitás mélységtartományában 7 és 13 km között, a környezetükhöz viszonyítva kiugró energiával jelentkező felületek időintervalluma kiszélesedik. 5–7 km között a Mohorovičić szint folytonossága megszakad és a bejelölt feltételezett mélytörés a Mohorovičić diszkontinuitás mélységében is jól megfigyelhető.

Az eredmények értelmezését a szelvény É-i irányú kiegészítése és a szelvényen végzett sebességmeghatározás feldolgozása után kívánjuk elvégezni, de néhány következtetés vázolását már most szükségesnek érezzük.



44. ábra. Az időben változó szűréshez használt idő-frekvencia függvények

Fig. 44. Frequency characteristics for TVF

Рис. 44. Функции время/частота, применявшиеся для фильтрации, изменяющейся во времени

Megállapítható, hogy reflexiós mérésekkel mind a kéregből, mind a felsőköpenyből érdekes szerkezeti információk kaphatók. A legmarkánsabb reflexiós horizontot a Mohorovičić diszkontinuitással azonosítottuk, amely a 42. ábrán – a közel 25 km hosszú szelvény mentén – végig jól korrelálható. Ugyancsak markáns reflexiójú az a felület is, amelyet az asztenoszféra felső határaként értelmeztünk.

A kéregben két szinttáj emelkedik ki viszonylag hosszabb korrelálhatóságával; a felső 4,5–5 s között, az alsó 6–6,5 s között. A 8–12 km közötti törésvonal mindkét szintben jelentkezik. A kéreg kettős tagolását és a két rétegsor közötti markáns határfelület (Conrad) létét a vizsgált szelvény nem támasztja alá. A további sebességmeghatározásoknál erre a kérdésre külön figyelmet kívánunk fordítani.

A D-i dőlésű törésvonalakat nyomásos igénybevétel eredményeként keletkező szerkezeti elemeként értelmezhetjük. Az igénybevételre a felsőköpeny felső része rugalmasabban reagált és így keletkezhetek azok a gyűrődés jellegű elemek, amelyek 10–15 s között láthatók a törés D-i ol-

dalán. Valószínű, hogy a kéreg merevebben viselkedett, így törés és ennek kapcsán rátolódás jellegű szerkezet keletkezett. Feltételezhető, hogy a $(-2)-(+2)$ km között vázolt törés hasonló jellegű, azaz a D-i szárny van a szelvény középső részéhez viszonyítva mélyebb helyzetben.

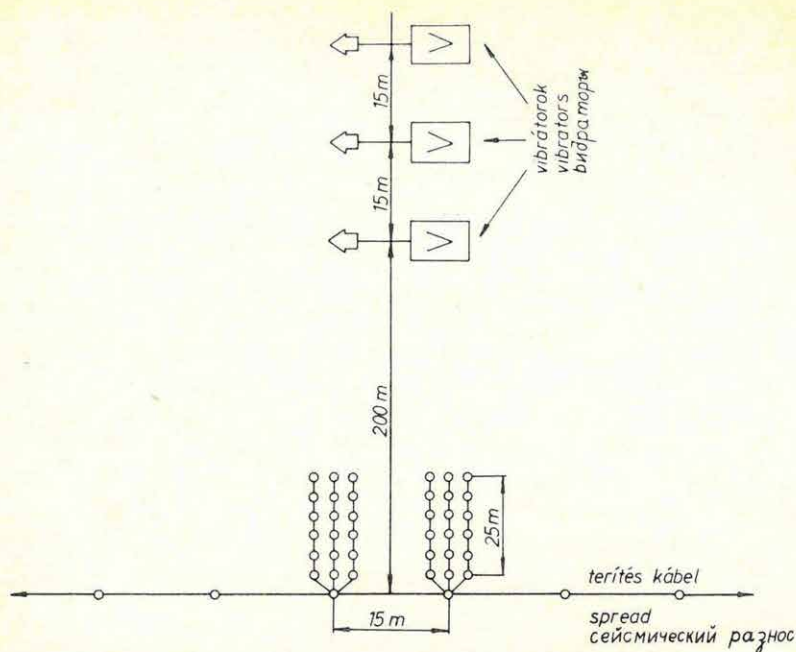
A szelvény kétségtelenül legérdekesebb jelensége a két legkiemelkedőbb energiájú szint: a kéreg aljának és a litoszféra aljának értelmezett. A 42. ábrán a Mohorovičić határfelület a vázolt képpel könnyen egyeztethető. A 43. ábrán Mohorovičić diszkontinuitás képe további tanulmányozást érdemel. Remélhető, hogy az eredményekből leszűrhető törvényszerűségek újabb adatokat adhatnak a Mohorovičić határfelület jellegének megismeréséhez.

A 15 s alatt mutakozó jellegváltozásból és a korábbi sebességmeghatározás alapján feltételezhető sebességszökkenésből egy lényegesen kisebb szilárdságú és rugalmasságú felsőköpeny-rétegre következtethetünk. A kapott kép összhangban van azzal a feltevessel, hogy az asztenoszféra kevésbé képes ellenállni az igénybevételnek, mint a litoszféra. Ezzel indokolható, hogy az igénybevétel hatása is kevésbé tanulmányozható az asztenoszférában.

2. *Szén- és bauxitmedencéink kutatásában* évek óta sikerrel alkalmazott robbantásos reflexiós mérések mellett – földtani, fúrási és gazdasági szempontok miatt – a **VIBROSEIS® rendszer alkalmazása** is szükséges.

A vibroszeiz eljárás felhasználását sekély kutatásokra módszertani nehézségek akadályozták. Ismeretes ugyanis, hogy a vibroszeiz mérések során a terítési paramétereket úgy kell méretezni, hogy a csoportosítások az első beérkezéseket szűrjék. A sekély reflexiók látszólagos sebességei azonban a vibropont – geofon távolság növekedésével igen gyorsan csökkennek, aszimptotikusan közelítve az első beérkezések látszólagos sebességéhez. Így a vibroponttól adott távolságban az első beérkezésekkel együtt már a sekély reflexiókat is szűrjük a csoportosítások.

A nehézségek áthidalására két út kínálkozott, a vibrojel sáv szélességének szűkítése, illetve a terítéshosszak csökkentése. Az első megoldást 1977-ben kipróbáltuk, és mint lehetőséget elvetettük, mert a vibrojel sáv szélességének csökkentése a jel-zaj viszony vártnál nagyobb mérvű romlásával járt. A második lehetőség megvalósítását a vibrátorok saját zaja akadályozta, ami miatt a vibropontokat 120–150 m-nél közelebb nem lehetett vinni a terítéshez. Mivel megoldást ennek ellenére is csak a terítéshosszak csökkentésétől várhattunk, a vibrátor-zaj okozta nehézségek elkerülésére speciális keresztirányú terítési rendszert alkalmaztunk, amelynek vázlatát a 45. ábra mutatja. A geofontávolságot 15 m-re választottuk, így a vibropont – geofon távolság 200 m-től 270 m-ig változott.



45. ábra. Sekély-vibroseiz mérési elrendezés

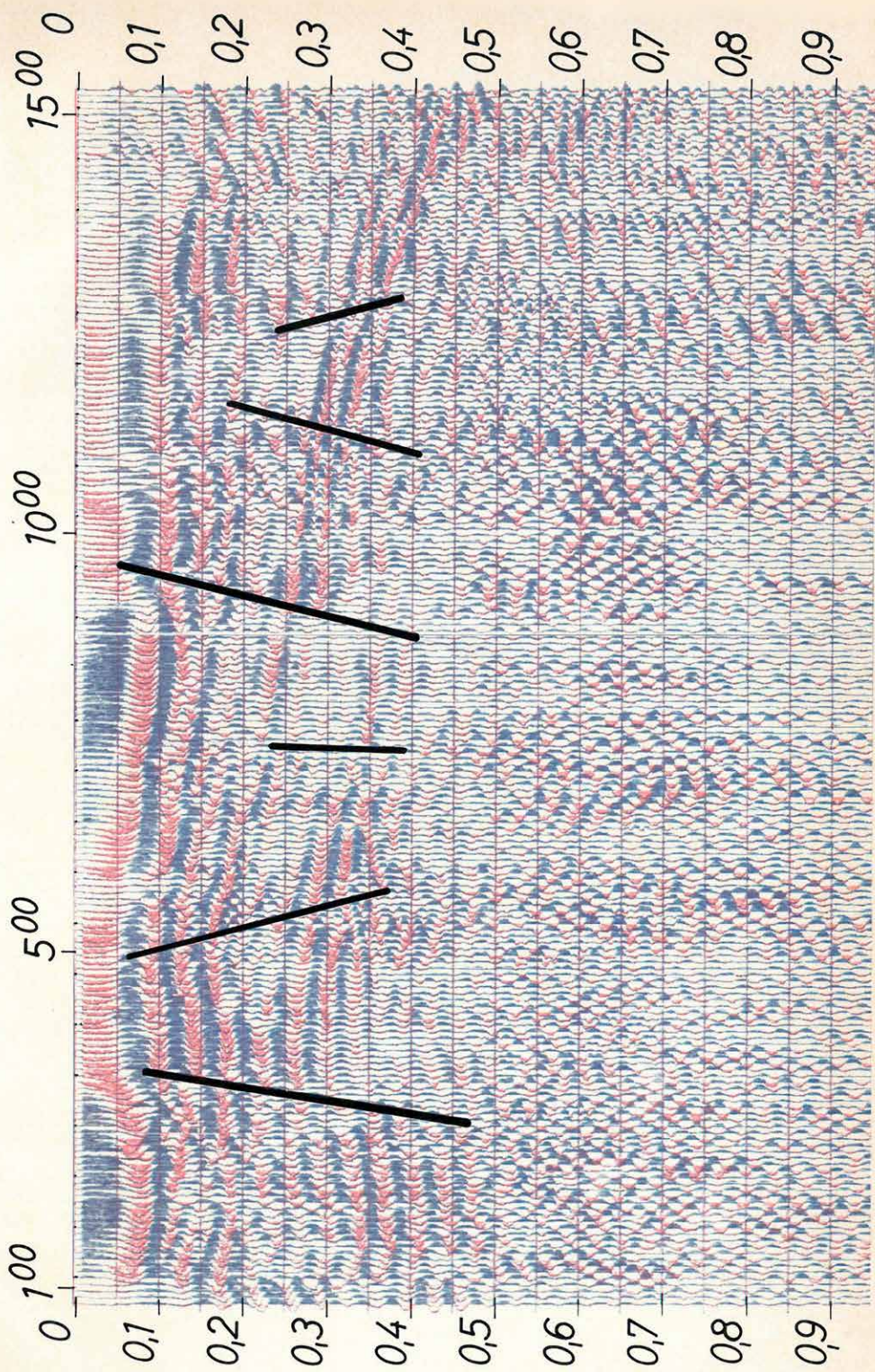
Fig. 45. Set-up of vibrators and geophones for shallow seismic exploration

Рис. 45. Вибросейсмическая установка для изучения мелких глубин

Az eredmények igazolták az alkalmazott mérési metodikát. Példaként az egyik kísérleti szelvény, a Zsér-5/78 kisfrekvenciásan (20–40 Hz) szűrt változatát mutatjuk be (46. ábra). A szelvények együttes földtani értelmezése még folyamatban van, ezért csak vázlatosan jelöltünk be néhány helyet, amelyet a szelvény közelítő értelmezésénél törésként értelmeztünk. Úgy véljük, hogy a szelvény a felületek pontos földtani értelmezése nélkül is tükrözi a kis mélységű szerkezetet, és bizonyítja az eljárás használhatóságát.

3. A szovjet–magyar tudományos-technika (OMFB–GKNT) együttműködés során az INTERMORGEО koordinációs centrum keretében sikeres *tengeri méréseket* hajtottunk végre a VIDEOTON R–10 típusú számítóközpontjára alapozott real-time adatgyűjtő és feldolgozó berendezéssel. Ezzel az ilyen típusú berendezések rutinszerű alkalmazása megkezdődött. Az eredményeket a szovjet együttműködő féllel közösen fogjuk ismertetni.

Az OMFB–GKNT kisszámítógépes együttműködés keretében építettük meg az R–10-re alapozott szárazföldi előfeldolgozó központot is. A fejlesztési munka során a tengerkutatásra kifejlesztett rendszert az expedíciós előfeldolgozás követelményeinek megfelelően bővítettük. A feldolgozó központ blokkvázlata a 47. ábrán látható.



46. ábra Zsér-5/78 vibroszeiz sekélyszeizmikus szelvény alacsonyfrekvenciás szűréssel (20–40 Hz)

Fig. 46. Shallow VIBROSEIS reflection section Zsér-5/78 (filter: 20–40 Hz)

Рис. 46. Вибросейсмический разрез по профилю Zsér-5/78 с низкочастотной фильтрацией (20–40 гц)

A speciális geofizikai feldolgozást biztosító számítógép konfigurációja:

- központi egység (4 Kszó memóriával),
- fix fejes lemezmemória illesztése,
- lyukszalag olvasó (FS 1500) illesztéssel,
- lyukszalag lyukasztó (DT 105) illesztéssel,
- konzol display illesztéssel,
- huzalozott szorzó-osztó,
- lebegőpontos aritmetika,
- memória bővítés max. 7×4 Kszó,
- sornyomtató (latin/cirilbetűs),
- real-time óra,
- soft-ware IT kezelő,
- kártyaolvasó,
- szeizmikus plotter on-line illesztéssel,
- 8 csatornás DMA,
- speciális processzor,
- DMA-ra csatolt mágnesszalagos egység illesztése (2 db),
- mágnesszalagos egység (max. 4 db),
- DMA-ra csatolt lemezmemória illesztés (2 db),
- rázásálló fixfejes lemezmemória DMA-ra (max. 4 db),
- off-line sikplotter és vezérlő egysége.

A tengeri rendszerhez képest a következő bővítéseket tartalmazza:

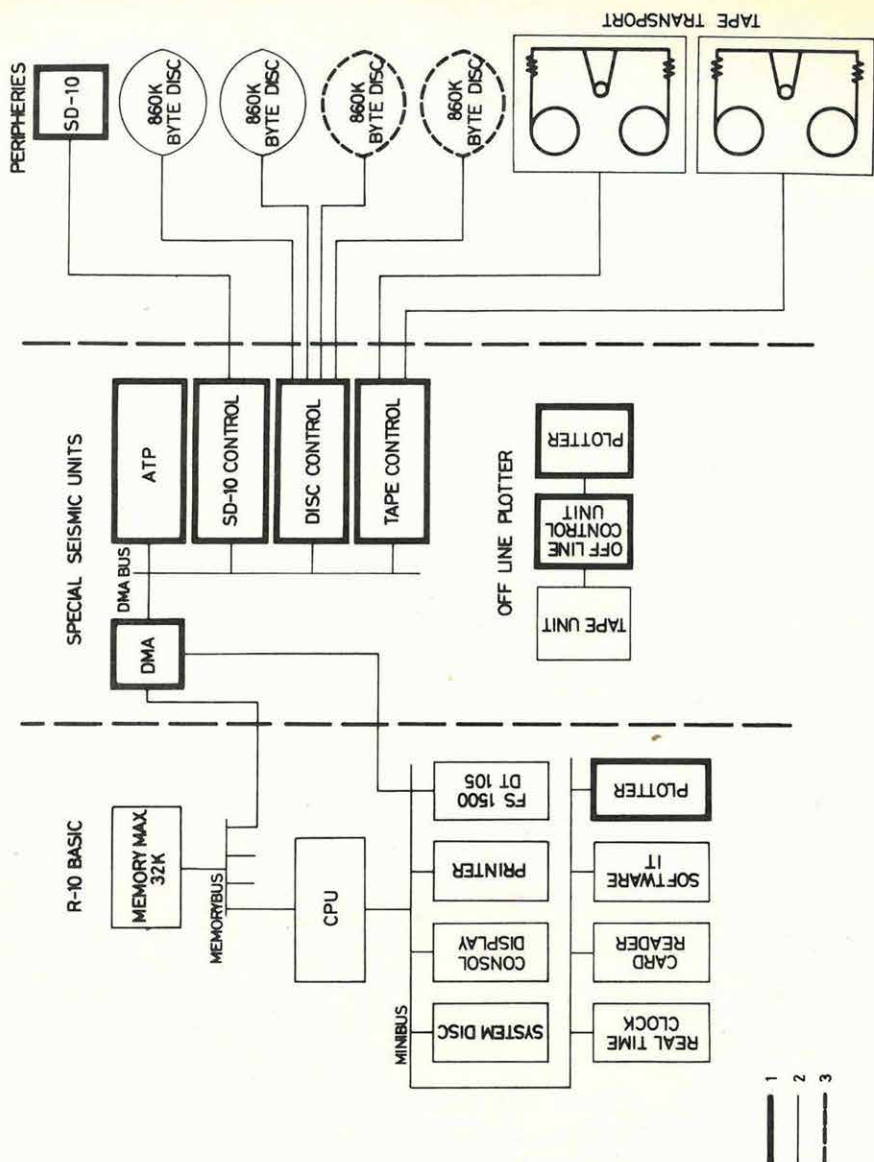
a DMA-n: 2 db mágnesszalag vezérlő egység,
2 db lemezmemória-vezérlő egység,

az R-10 minibuszán: konzol kijelző,
kártyaolvasó.

A két mágnesszalagos, – ill. a két lemezmemória-vezérlő egység lehetővé teszi a gyors adatmozgatást mágnesszalagról mágnesszalagra, ill. lemezmemóriáról lemezmemóriára. A lemezmemória vezérlő egységének továbbfejlesztésével sikerült megvalósítanunk, hogy bármilyen szeizmikus terepi anyag hardware módon demultiplexálható 128 csatornás formátumig. A hardware demultiplexálás eredményeként szimpla-, ill. duplaszavas szervezésben csatornafolytonos formátumú szeizmikus anyag lesz a lemezmemórián. Ez lehetővé teszi a különböző terepi berendezések (SD-10, SD-12, SzSzC-3, DFS-III, DFS-IV) mágnesszalagon tárolt anyagainak gyors átrendezését csatornafolytonos formátumra.

A fentiekben ismertetett expedíciós feldolgozó rendszer, mérési adatgyűjtővel bővítve, a következő üzemmódokban használható:

a) Teljes számítógéppel összekapcsolt rendszer. A multiplex formátumú szeizmikus adatok a számítógép központi memóriájába kerülnek a



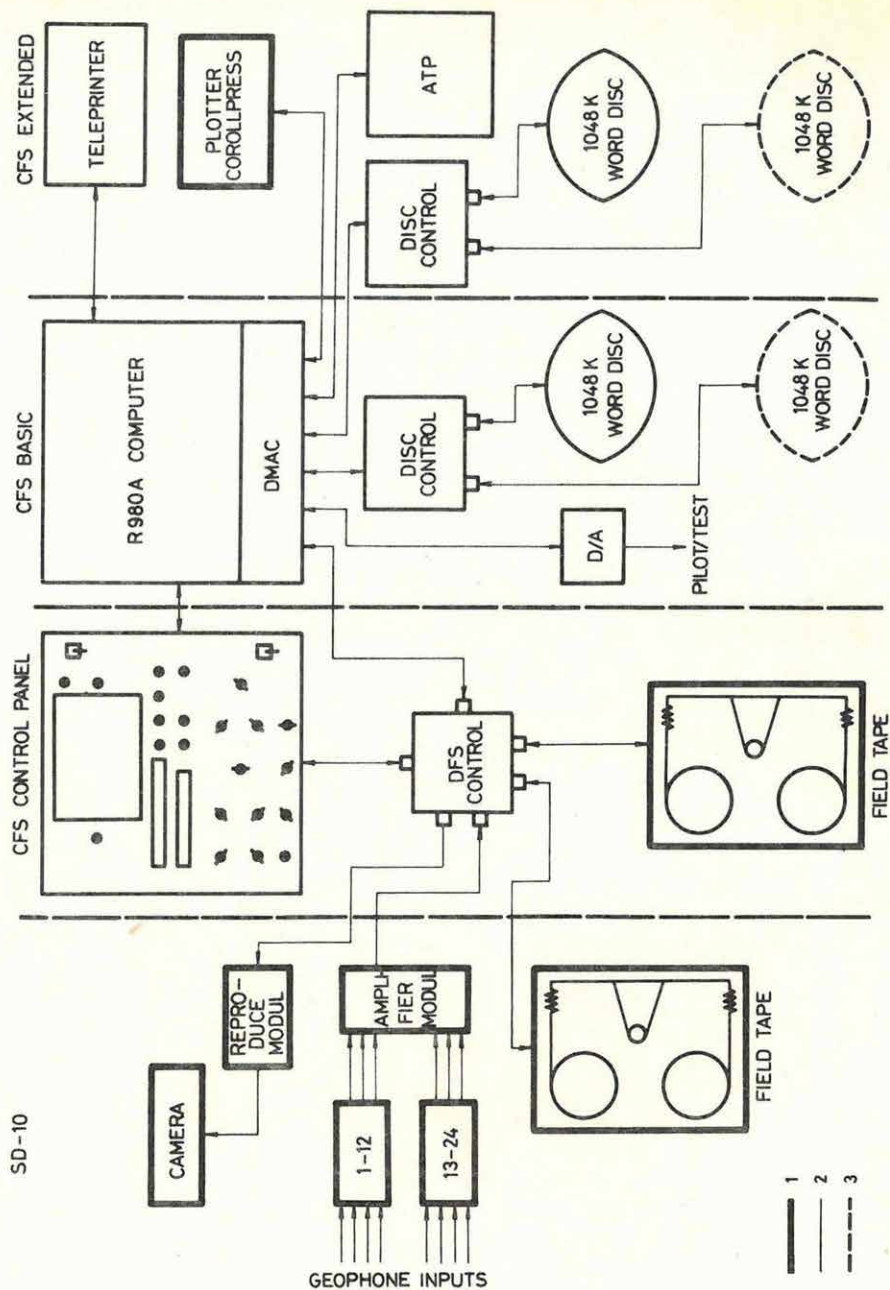
47. ábra. Expedíciós előfeldolgozó központ blokkvázlata
1 – ELGI egységek; 2 – R-10 alapegység; 3 – Bővítési lehetőségek

Fig. 47. Block diagram of on-shore seismic preprocessing centre
1 – ELGI units; 2 – R-10 basic computer; 3 – optional

Рис. 47. Схема экспедиционного центра предварительной обработки данных

1 – устройства, разработанные ЭЛГИ; 2 – основная конфигурация ЭВМ R-10; 3 – возможности расширения конфигурации

R-10 BASIC	R-10 alapkonfiguráció	основная конфигурация ЭВМ ЕС-1010
MEMORY MAX 32K	32K szó memória	память объемом 32 К слов
MEMORYBUS	memóriásín	шина памяти
CPU	központi egység	центральный процессор
MINIBUS	perifériásín	шина периферийных устройств
SYSTEM DISC	rendszer diszk	системный диск
CONSOL DISPLAY	alfanumerikus kezelő és megjelenítő egység	консольный дисплей
PRINTER	nyomtató	АППУ
FS 1500	lyukszalag olvasó	устройство для чтения перфолент
DT 105	lyukszalag lyukasztó	ленточный перфоратор
REAL TIME CLOCK	etalon óra	эталонные часы
SOFTWARE IT	programozható megszakítás	программируемое прерывание
PLOTTER	szelvényíró	графопостроитель
SPECIAL SEISMIC UNITS	speciális szeizmikus egységek	специальные сейсмические устройства
DMA	közvetlen memória hozzáférés	канал прямого доступа к памяти
DMA BUS	DMA sín	шина КППД
ATP	speciális aritmetika	специальная арифметика
SD-10 CONTROL	SD-10 vezérlő egység	устройство управления SO-10
DISC CONTROL	diszk vezérlő egység	устройство управления диском
TAPE CONTROL	mágnesszalag vezérlő egység	устройство управления НМЛ
OFF LINE PLOTTER	számítógéptől független szelvényíró	автономный графопостроитель
TAPE UNIT	mágnesszalagos egység	накопитель на магнитной ленте
OFF LINE CONTROL UNIT	szelvényíró - mágnesszalag csatoló egység	устройство сопряжения НМЛ к графопостроителю
PERIPHERIES	perifériák	периферийные устройства
SD-10 FIELD UNIT	szeizmikus adatgyűjtő	сейсмостанция SD-10
860K BYTE DISC	860K byte lemez memória	дисксовая память объемом 860 Кбайт
TAPE TRANSPORT	mágnesszalagos egység	накопитель на магнитной ленте



48. ábra. Adatgyűjtésre és előfeldolgozásra alkalmas SD-10 – CFS-1 kombináció
1 – ELGI egységek; 2 – CFS egységek; 3 – Bővítési lehetőségek

Fig. 48. Data acquisition and preprocessing SD-10 – CFS-I combination
1 – ELGI units; 2 – CFS units; 3 – optional

Рис. 48. Комбинация устройств SD-10 и CFS-1 для сбора и предварительной обработки данных
1 – устройства, разработанные ЭЛГИ; 2 – устройства CFS; 3 – возможности расширения конфигурации

CAMERA	regisztráló	регистратор
REPRODUCE MODULE	visszajátszó egység	устройство воспроизведения
GEOPHONE INPUTS	geofon bemenet	вход сейсмоприемника
AMPLIFIER MODULE	erősítő egység	блок усилителей
FIELD TAPE	terepi mágnesszalagos egység	полевой НМЛ
CFS CONTROL PANEL	CFS kezelő és ellenőrző pult	пульт управления и контроля CFS
DFS CONTROL	szeizmikus adatgyűjtő csatoló egység	устройство стыковки сейсмостанции CFS
CFS BASIC	CFS alapkonfiguráció	основная конфигурация CFS
R 980A COMPUTER	központi egység	центральный процессор
DMAC	közvetlen memória hozzáférés	канал прямого доступа к памяти
DISC CONTROL	disk vezérlő egység	устройство управления диском
D/A	D/A átalakító	цифро-аналоговый преобразователь
1048 K WORD DISC	1048 K szavas lemezmemória	дисковая память объемом 1048 К слов
PILOT/TEST	vibrátor vezérlő jel	управляющий сигнал вибратора
CFS EXTENDED	CFS rendszerbővítés	расширения системы CFS
TELEPRINTER	írógép	пишущая машина
PLOTTER COROLLPRESS	szelvényíró	графопостроитель

perifériaként működő mérési adatgyűjtőből. A folyamatosan érkező adatok a számítógép lemezmemóriájára kerülnek úgy, hogy demultiplexált formában visszaolvashatók legyenek. Az adatgyűjtési ciklus befejezésével a mért adatokat csatornafolytonos formában rögzítjük mágnesszalagon és egyidejűleg előfeldolgozást végzünk, amelynek eredménye az újabb mérési ciklus alatt kerül kiírásra a szelvényírón.

b) Rögzítő és párhuzamosan feldolgozó rendszer. A mért adatok egyidejűleg kerülnek mágnesszalagra (multiplex formában) valamint előfeldolgozásra a számítógép memóriájába. A méréssel egyidejű gyors megjelenítés a feldolgozás eredménye.

c) Számítógéptől független szelvényírás. A mérés és a megjelenítés nem egyidőben történik. A mágnesszalagon rögzített mérési adatokat feldolgozás után on-line, vagy off-line szelvényírón jelenítjük meg. 1977–78-ban elkészült az expedíciós feldolgozó központ alap programrendszere, amely az R-10 számítógépre készülő teljes programcsomag magja. Az előfeldolgozó központ ipari felhasználására 1979-től kerül sor a SZU-ban több iparvállalatnál.

4. Az ELGI 1976. Évi Jelentésében már jeleztük, hogy a vibroszeiz mérések céljára kialakítottunk egy *SD-10 – CFS-I kombinációjú adatgyűjtő berendezést*. A rendszer sikeresen dolgozik különböző típusú földtani feladatok megoldásán. A terepi mérések irányítása, a vonalak optimális telepítése megkívánja a mérési anyag naprakész feldolgozását, amely a méréstől távoli feldolgozó központban nem oldható meg.

A CFS-I rendszer – ha a szeizmikus felvételhez tartozó perifériáktól eltekintünk – tetszőleges célra használható számítógép, amely a terepi adatgyűjtésnél nincs teljesen kihasználva. Ha az alaprendszert bizonyos perifériákkal kiegészítjük (2. mágnesszalagos egység, szelvényíró), szeizmikus előfeldolgozó központot tudunk kialakítani és ezzel – nagyobb befektetés nélkül – megoldjuk a terepi előfeldolgozás lehetőségét.

A feldolgozáshoz szükséges külső paraméterek (pl. statikus korrekció) bevitelét az ASR-700 két kazettás egységet tartalmazó INPUT/OUTPUT perifériával tudjuk megoldani, míg a nagy tömegű és sebességű adatátvitel (plotter, 2. mágnesszalagos egység) számára DMA (Direct Memory Access Channel) hozzáférést kell biztosítani a gép felé.

1978-ban megvalósítottuk az intézeti fejlesztésben készült COROLL-PRESS típusú plotter és egy második mágnesszalagos egység illesztését a CFS-berendezéshez. A berendezés blokkdiagramja a 48. ábrán látható. Az így kibővített berendezés software-től függően akár adatgyűjtésre, akár előfeldolgozásra, szelvénykészítésre használható. Az előfeldolgozó központ programrendszere most készül, 1979. végére összegzett szelvény szerkesztése várható.

2.2 GEOELEKTROMOS MÓDSZER- ÉS MŰSZERKUTATÁSOK*

A gerjesztett polarizációval kapcsolatos 1978. évi módszer- és műszer-fejlesztés legfontosabb eredményei a következők.**

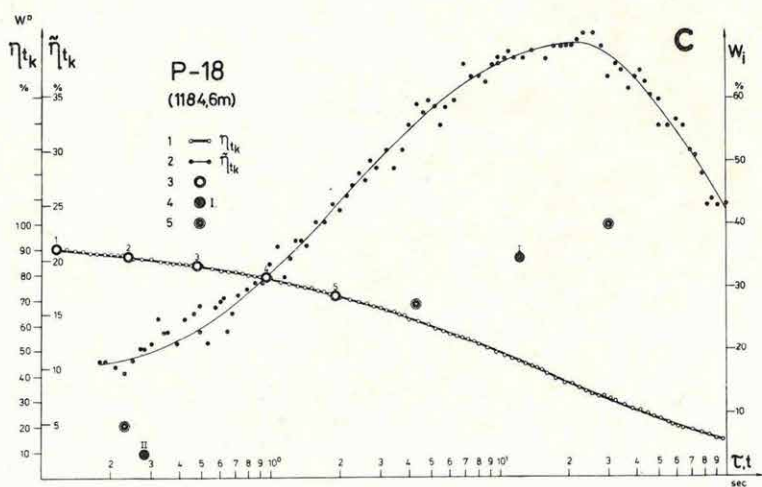
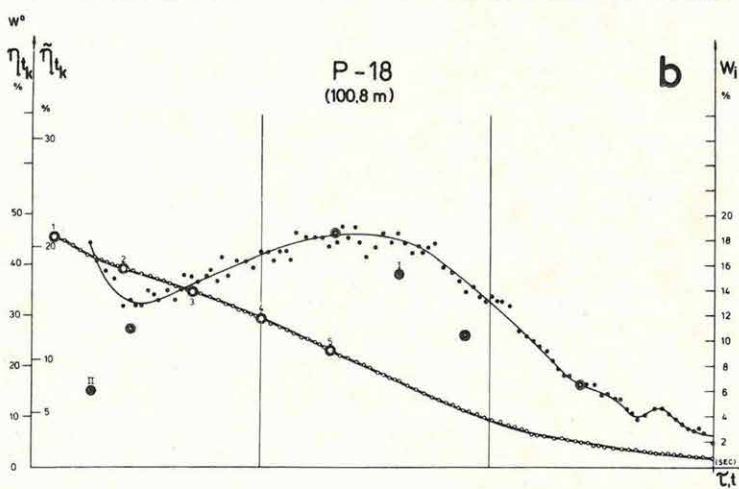
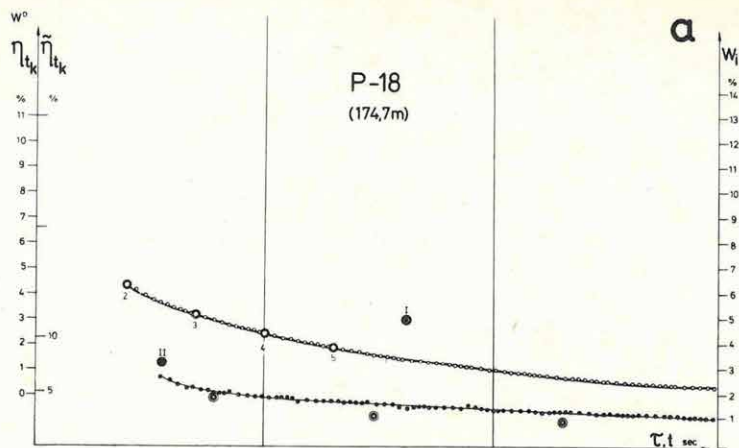
a) GP mérések fúrómagokon

Az ELGI megbízása alapján a Nehézipari Műszaki Egyetem Geofizikai Tanszéke (Miskolc) GP mérésekre alkalmas laboratóriumi műszert és módszert dolgozott ki. A mérési adatokat kétféle módon is kiértékelték: meghatározták a látszólagos dinamikus gerjeszthetőséget ($\tilde{\eta}_{lk}$; kiszámítási módszerét Leningrádban az NPO Geofizikában dolgozták ki) és a dinamikus paramétereket (w_i ; τ_i ; az ELGI-ben kifejlesztett eljárással).

A méréseket a börsőnyi P-18 mélyfúrásból vett magokon végezték. A 49/a ábrán — 175,7 m-ből származó, finomszemcsés andezitből álló magon végzett mérés eredményei láthatók. A kőzetben pirites hajszálerék van, méterenként 3–4 pirites, gyengén kalkopirites elválási lappal. Mind az exponenciális közelítés amplitúdói (w_i), mind a látszólagos dinamikus gerjeszthetőség ($\tilde{\eta}_{lk}$) értéke alacsony. Hasonló eredményeket kaptak valamennyi olyan magon, amelyben csak gyenge, hintett ércesedés volt megfigyelhető. A 100,8 m-ből vett mag anyaga andezit-breccsa, amelyben 30–40°-os dőlésű elválási lapokon pikkelyszerű pirit és kevés kalkopirit bevonat látható. Mind az amplitúdók, mind a látszólagos dinamikus gerjeszthetőség értékei közel egy nagyságrenddel nagyobbak, és ez utóbbiaknak 2 s környékén határozott maximuma van (49. b ábra). Az 1184,6 m-ből származó andezitben meredek dőlésű pirites erek vannak. Mint a 49/c ábrán látható, w_i és $\tilde{\eta}_{lk}$ értékei igen nagyok, és a látszólagos dinamikus gerjeszthetőségnek 25 s körül van a maximuma.

* Bojár G., Csörgei J., Erkel A., Farkas I., Gosztonyi L., Kardeván P., Kaszás F., Kelemen A., Rezessy G., Simon P., Széles G., Verő L.

** A DIAPIR — 4005 típusú műszerekkel végzett mérések eredményei „A Börsőny hegység felépítésének és ércesedésének geofizikai kutatása” című fejezetben található.



49. ábra. GP paraméterek eloszlása

- a – Finomszemcsés andezitben levő hintett szulfidos ércesedés
 b – Andezitbreccsában, a fűrómag tengelyére közel merőleges elválási lapokon megjelenő szulfidos ércesedés
 c – Andezitben a fűrómag tengelyével közel párhuzamos erekben koncentráló szulfidos ércesedés
 1 – a mért lecsengési görbe; 2 – látszólagos dinamikus gerjeszthetőség; 3 – a teljes lecsengési görbe exponenciális közelítésének paraméterei; 4 – A DIAPIR-4005 mintavételi időpontjaira számított η_{tk} értékek; 5 – A DIAPIR-mérésekből számítható kétkomponenses közelítés paraméterei

Fig. 49. Distribution of IP parameters

- a – disseminated sulphidic mineralization in fine grained andesite
 b – andesite breccia, with joints covered by pyrite and calcopyrite
 c – andesite, with steeply dipping pyrite veins
 1 – observed decay curve; 2 – apparent dynamic polarizability; 3 – parameters of the exponential approximation of the decay curve; 4 – values computed for the sampling times of DIAPIR-4005; 5 – parameters of the two component approximation calculated from DIAPIR measurements

Рис. 49. Распределение параметров ВП

- a – вкрапленное сульфидное оруденение в мелкозернистых андезитах
 b – сульфидное оруденение, проявляющееся по плитам отделения, почти перпендикулярным оси бурового керна, в андезитовых брекчиях
 c – сульфидное оруденение, сконцентрирующееся в жилах, почти параллельных оси бурового керна
 1 – наблюдаемая кривая затухания; 2 – кажущаяся динамическая возбудимость; 3 – параметры экспоненциального приближения всей кривой затухания; 4 – величины η_{tk} , подсчитанные для времен выборок ДИАПИР-4005; 5 – параметры двухкомпонентного приближения, вычисляемые по измерениям ДИАПИР

Mindhárom diagramon feltüntettük a DIAPIR-4005 mintavételi időpontjaihoz tartozó 5 db η_{tk} értéket is. Ezeket az értékeket a mért η_{tk} sorozatot legjobban közelítő exponenciális tagokból számítottuk, elhagyva a regisztráló saját folyamatát leíró, igen kis időállandójú tagot. A számított adatok feldolgozásával meghatároztuk a DIAPIR-4005 mérésekből is meghatározható két-komponens közelítés amplitúdóit (w^D) és időállandóit (τ^D). Az I. táblázatban ezen adatokon felül még a teljes lecsengési görbét leíró exponenciális közelítés amplitúdóinak összege ($\sum w_i$) is szerepel.

I. Táblázat

	100,8 m	174,7 m	1184,6 m
w_1^D (%)	37,0	3,17	85,8
w_2^D (%)	12,1	1,31	9,0
w_1^D/w_2^D	3,1	2,41	9,6
τ_1^D (s)	4,4	3,8	12,8
τ_2^D (s)	0,26	0,35	0,23
$\sum w^D$ (%)	49,1	4,48	94,8
$\sum w_i$ (%)	48,7	4,39	94,6

A fúrómagokon végzett mérésekből levonható legfontosabb következtetések:

- a szovjet és magyar kiértékelési módszerekkel közel azonos információhoz lehet jutni;
- a GP paraméterek határozott anizotrópiát mutatnak, maximális értéket az ércesedés síkjával párhuzamosan folyó gerjesztő áram esetén kapunk;
- a látszólagos dinamikus gerjeszthetőség alapján – egyezően az NPO Geofizika tapasztalataival – elsősorban az ércesedés textúrájában levő különbségeket lehet kimutatni. A szulfidtartalom növekedése csak az amplitúdókat növeli, a textúra azonban az η_{lk} görbe alakját is befolyásolja;
- ugyanilyen következtetések vonhatók le a DIAPIR-mérésekből meghatározható paraméterek alapján is (lásd I. táblázat);
- a kikapcsolás pillanatában fennmaradó szekunder jel nagysága ($\sum w$) a rövid, 2 s-os mérésből is kellő pontossággal meghatározható.

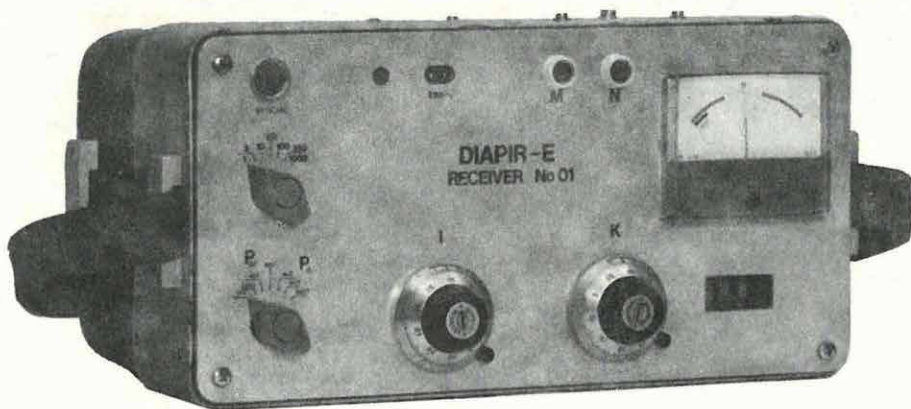
Ezek a következtetések részben megegyeznek azokkal, amelyeket tavaly terepi mérések alapján vontunk le (ELGI 1977. Évi Jelentése), új eredmény azonban annak felismerése, hogy a GP anomáliák nagyságának kialakításában nemcsak a szulfidtartalom, hanem az ércesedés textúrája és az anizotrópia is szerepet játszhat. A terepi és laboratóriumi mérések most már együttesen igazolják, hogy a lecsengési görbe elejének méréséből meghatározható látszólagos dinamikus paraméterek is lehetővé teszik a különböző textúrájú ércesedések felismerését.

b) *A DIAPIR-E műszer rövid ismertetése*

Az 1978. évi műszerfejlesztő munka eredménye a DIAPIR-E digitális, egyenáramú, automatikus műszer (50. ábra), amely a fajlagos ellenállás (vagy a mérőelektrodákra fellépő primer feszültség) és 3 különböző GP paraméter mérésére alkalmas. A látszólagos fajlagos ellenállás értéke mellett digitális formában kijelzi a 0,25 s-hoz tartozó polarizálhatóság (P_a) értékét, vagy a 0,775 és 5,325 s-hoz tartozó tölthetőség (M_a) értékét (az integrálás időtartama 0,65 s).

A GP lecsengési görbe mérését vagy az MN elektródákról érkező jel, vagy az AB-körből vett szinkronjel indítja. Utóbbi esetben a fajlagos ellenállás meghatározásához szükséges áram-referencia jelet is az AB-körből kapja a mérőegység. A PS kompenzálás a kétfokozatú kompenzátorral teljesen automatikusan történik. A bemeneti erősítés 10 dB lépésekben változtatható 1 és 1000 között.

A DIAPIR-E műszer kezelése rendkívül egyszerű, súlya kicsi (6,5 kp), ezért elsősorban átnézetes kutatásokban és olyan hálózatos mérésekben használjuk, ahol egy tápdipóllal több szelvény is mérhető: 3–4 mérőműszer is üzemeltethető egyidőben.



50. ábra. A DIAPIR-E műszer

Fig. 50. The DIAPIR-E instrument

Рис. 50. Аппаратура ДИАПИР-Е

c) A GP-1/77 típusú műszer

Számos terepi kísérlet alapján véglegesítettük az OMFB-KFH-ELGI közös kutatási-fejlesztési szerződés keretében készülő nagy teljesítményű, nagy lehatolási mélységű, szulfidérc-kutató berendezés egysatornás kísérleti példányát. Ez a műszer mind a primer, mind a szekunder jelek nagy pontosságú mérésére alkalmas. A mintavételi generátor két üzemmódban dolgozik. Lineárisan egyenközü mintavételezésnél a mintavételi idősor

$$t_k = kt_0 2^{(n-1)},$$

$$\text{ahol } t_0 = 25,6 \text{ ms}$$

$$\text{és } 1 \leq n \leq 9.$$

Logaritmikusan egyenközü mintavételezésnél a mintavételi idősor

$$t_{k_i} = t_0 2^{(k-1)} (1 + 0,1 \cdot i),$$

$$\text{ahol } t_0 = 16 \text{ ms}$$

$$1 \leq k \leq 17$$

$$\text{és } 0 \leq i \leq 9.$$

A mintavételek száma 10 és 1000 között állítható be. A mérési intervallum maximális hossza lineáris mintavételnél 6547 s, logaritmikus mintavételnél pedig 1992,29 s. A primér jelnek a bekapcsolás pillanatában felvett értékét (U_T), valamint a mérési intervallum végén fennmaradó potenciált (remanens potenciált, $U_{t_{kr}}$) a műszer automatikusan kompenzálja. Az erősítés mértékének kiválasztása szintén automatikusan történik, hat bináris fokozatban

$$\varepsilon_k = \varepsilon_0 2^{(k-1)},$$

ahol ε_0 a bemeneti erősítő erősítése

$$\text{és } 1 \leq k \leq 7.$$

A műszer megfelelő működésének folyamatos ellenőrzésére a numerikusan kijelzett adatok szolgálnak. Az adatok rögzítésére 1/4"-os kazettás magnetofon vagy szalaglyukasztó használható. A mért adatokat GOSZT vagy ASCII kódban rögzítjük.

A digitális jelrögzítés lehetővé teszi egyrészt a csatornaszám növelését, másrészt a regisztrált jelek közvetlen számítógépes feldolgozását.

d) *A GP lecsengési görbék számítógépes feldolgozása*

A GP-1/77 műszerrel végzett mérések feldolgozása HP-9815A kalkulátorral történik. A program legfontosabb részei:

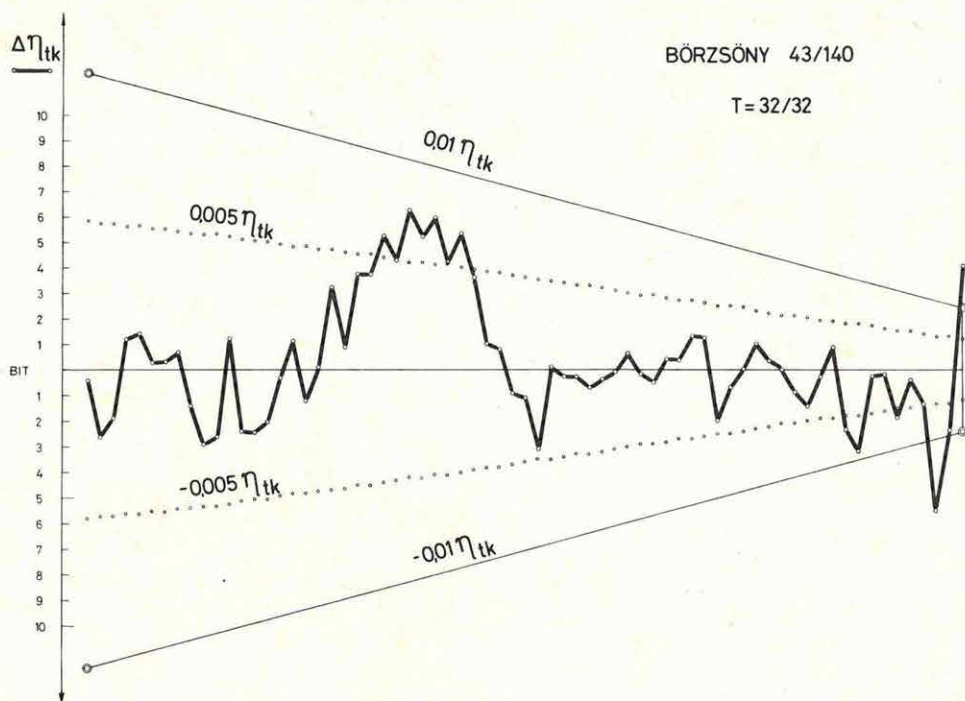
- A jel/zaj viszony javítására mindig több mérést kell végezni. A rögzített lecsengési görbékről beolvassuk digitális szűrővel az ellentétes polaritású jelek esetleges 0-vonal eltolódását, illetve a nagyon lassan változó komponenst eltávolítjuk. Az átlagképzéssel együtt a szórást is meghatározzuk és az átlagtól a szórásnál nagyobb mértékben eltérő értékeket kihagyjuk. A megmaradó értékek átlaga már sem lassan változó, sem impulzusszerű zajokat nem tartalmaz.

- A javított adatokból, a legnagyobb mintavételi időtől, kiindulva, kiválasztjuk az időben egyenközű értékeket és páronként képezzük ezek hányadosait. A hányadosok alapján – interaktív úton – kiválasztjuk azt az intervallumot, amelyben már csak a legnagyobb időállandójú komponens van jelen. A kiválasztott intervallumba eső adatokból meghatározzuk a legnagyobb időállandójú komponens paramétereit (w_1 ; τ_1).

- Valamennyi javított adatból levonjuk a (w_1 ; τ_1) alapján számított komponenst és a maradékokból – az előző pontban leírtak szerint – meghatározzuk (w_2 ; τ_2) értékét. Ezt addig ismételjük, míg a maradékok már a zaj nagyságrendjébe esnek.

– Ezután meghatározzuk a javított adatok és az exponenciális közelítés közötti eltéréseket. Az eltérés-görbét plotterrel ki is rajzolhatjuk.

Egy ilyen eltérés-görbét láthatunk az 51. ábrán. Az eltérések a javított értékek 0,5%-át sem érik el az esetek többségében. Hasonló nagyságrendű az ismétlődő mérések alapján meghatározott szórás is, tehát az exponenciális közelítés igen jónak mondható.



51. ábra. Eltérés görbe

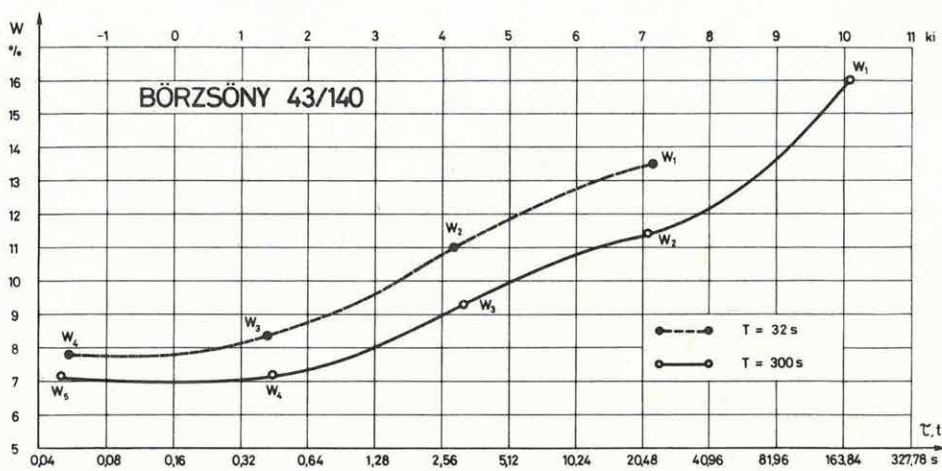
Fig. 51. Deviation curve

Рис. 51. Разностная кривая

Az eltérés-görbe alapján lehetőség van a közelítés további javítására is. Ha egy nagyobb idő-intervallumban szisztematikus eltérés mutatkozik, akkor a (w_i ; τ_i) értékek kismértékű változtatásával az eltérések szisztematikussága többnyire megszüntethető.

Mérési eredményeink közül egy börzsönyi ponton, két különböző gerjesztési idővel felvett lecsengési görbéből meghatározott dinamikus paraméterek diagramját mutatjuk be (52. ábra). A gerjesztési idő (T) növelésével nagyobb időállandójú komponenseket is meg lehet határozni. A két

($w; \tau$) görbe meredeksége, azaz az amplitúdók viszonya közel azonos. Ez pedig azt jelenti, hogy rövidebb idejű gerjesztéssel kapott dinamikus paraméterek is felhasználhatók a GP lecsengési görbék minősítésére.

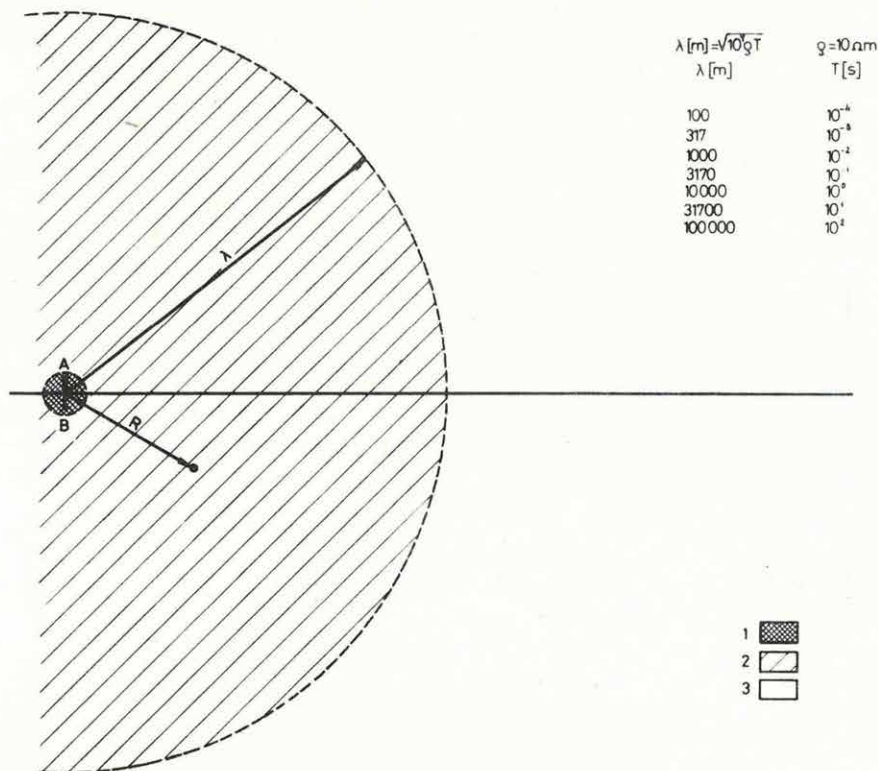


52. ábra. $T=32$ és 300 s mellett felvett lecsengési görbék dinamikus paramétereinek diagramja
Fig. 52. Dynamic parameters of decay curves from $T=32$ and 300 s charging time

Рис. 52. Диаграмма динамических параметров кривых затухания, полученных для $T=32$ и 300 сек

Mesterséges frekvenciaszondázás

A Kísérleti Geoelektromos Osztály 1976. óta végez kísérleti mesterséges frekvenciaszondázásokat (MFS). Földelt elektromos dipól terének horizontális elektromos, illetve a vertikális mágneses komponenseit mérve megvizsgáltuk az adódipól terének különböző zónáit (53. ábra). Elméletileg kimutatható, hogy adott (T) periódusidőnél ϱ fajlagos ellenállású közeg esetén az adótól a hullámhossz (λ) huszadrésznél kisebb R távolságra (közeli zóna) csak geometriai szondázás lehetséges, vagyis különböző behatolási mélység csak az elektróda elrendezés geometriai változtatásával érhető el. Nagyobb távolságoknál (átmeneti zóna), illetve a hullámhossznál is nagyobb adó-vevődipól távolság esetén (hullámmagterület) a skin-effektus következtében frekvencia-szondázás is végezhető.



53. ábra. Földelt elektromos dipól terének zónái
1 – közeli zóna; 2 – átmeneti zóna; 3 – hullámzóna

Fig. 53. Different zones of a grounded electric dipole
1 – near zone; 2 – transition zone; 3 – wave zone or long offset

Рис. 53. Зоны поля заземленного электрического диполя
1 – ближняя зона; 2 – переходная зона; 3 – волновая зона

A fajlagos ellenállás-görbék pontjait (ϱ_E) a frekvencia függvényében a következő képlet alapján kaphatjuk meg:

$$\varrho_E(f) = K_E \cdot \frac{\Delta U(f)}{I(f)} \quad K_E = \frac{\pi \cdot R^3}{AB \cdot MN},$$

ahol K_E a geometriától függő konstans,

$\Delta U(f)$ az MN elektródákon mért jel,

$I(f)$ földbe betáplált áram amplitúdója.

A szondázási görbék kiértékelése a hagyományos elméleti görbeseregek alkalmazásával is történhetne, de ezek számítása rendkívül gépidőigé-

nyes. Egy kvantitatív-kvalitatív kiértékelési módszert dolgoztunk ki, amelynek az a lényege, hogy segédgörbékben $[S(H), T(H)]$ keresztül kapjuk meg az MFS görbék paramétereit:

$$S(H) = H / \varrho_E; \quad \varrho_S(H) = \frac{\varrho_E}{1 - \frac{d \log \varrho_E}{d \log H}}$$

$$T(H) = H \cdot \varrho_E; \quad \varrho_T(H) = \varrho_E \left(1 + \frac{d \log \varrho_E}{d \log H} \right)$$

$$H = \frac{1}{2 \cdot \pi} \sqrt{\frac{10^7 \cdot \varrho_E}{f}},$$

ahol H az effektív mélység,

$S(H)$ az összegzett vezetőképesség,

$T(H)$ az összegzett ellenállás, míg

$\left. \begin{array}{l} \varrho_S(H) \\ \varrho_T(H) \end{array} \right\}$ az S ill. T differenciálhányadosaiból kapott differenciális fajlagos ellenállások.

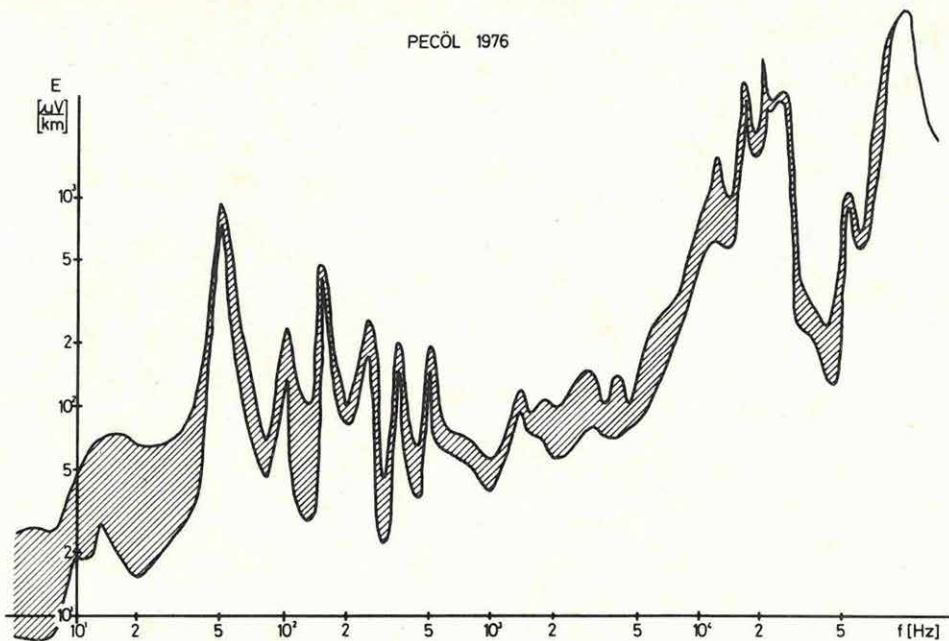
Az igen nagy számú számítási művelet elvégzésére, a görbék kirajzolására programcsomag készült a HP 9815 A kalkulátorra.

Az MFS mérések szempontjából zajnak tekinthető természetes (magnetotellurikus) és mesterséges (50 Hz és felharmonikusai, VLF és egyéb rádióadók) zajok nagyságát az ország több pontján mértük az 1,5 Hz–150 kHz frekvenciatartományban. Az elektromos zajok várható spektrumára (20 ohmm körüli látszólagos ellenállás esetén) bemutatjuk az 1976-ban készült pecőli zajmérés eredményét (54. ábra). Látható, hogy a 200–500 $\mu\text{V}/\text{km}$ amplitúdójú jelekkel és keskeny sávú szűrőkkel – az 50 Hz és felharmonikusainak közvetlen környékét kivéve – kb. 10 kHz-ig, ill. 25–50 kHz között végezhető mesterséges frekvenciaszondázás.

Kismélységű méréseinket az NCsZ-73 típusú szovjet berendezéssel 70 Hz–10 kHz frekvenciatartományban folyamatosan, míg saját készítésű berendezéssel 20 Hz–20 kHz frekvenciatartományban 40 diszkrét frekvencián; nagymélységű méréseinket ERSz-67 generátorállomással és DEF-1 típusú digitális ötcsatornás mérőberendezéssel 0,02 Hz–20 Hz frekvenciatartományban 21 diszkrét frekvencián végeztük.

A kis- és nagymélységű méréseket az ország különböző helyein kb. 15 szelvényben, átmeneti vagy hullámszónában általában dipól ekvatoriális elrendezésben végeztük.

Egy mérési pont szondázási görbéje és a kiértékelés menete az 55. ábrán követhető. A Maros hordalékkúp kutatási témánál (1.5 fejezet) pedig egy teljes kiértékelt MFS szelvényt mutattunk be.



54. ábra. Zajspektrum 20 ohmm körüli fajlagos ellenállás esetén

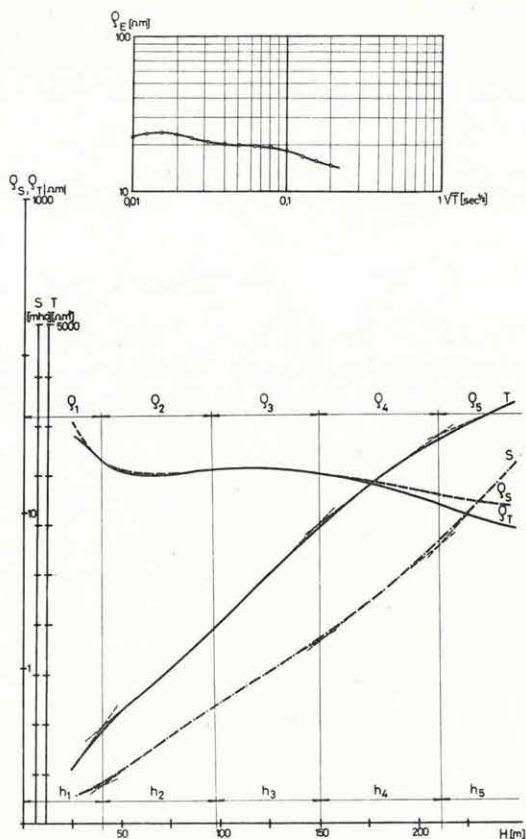
Fig. 54. Noise spectrum in case of 20 ohmm resistivity

Рис. 54. Спектр шума при величинах удельного сопротивления ок. 20 омм

Elektromágneses mérések

1977-ben kezdődtek azok a módszertani kísérletek, amelyeket a kanadai Scintrex cég SE-77 gyártmányú berendezésével folytattunk abból a célból, hogy a *TURAM* rendszerű *elektromágneses térképezést a hazai bauxit-kutatásban alkalmazhassuk*. A kutatási feladat a jól vezető üledékkel fedett nagy ellenállású alaphegység felszínek térképezése, az aljzat kisebb bemélyedéseinek, töbreinek indikálása. Speciális problémát jelent, hogy ilyen földtani modellnél a várható anomáliák jóval kisebbek, mint a hagyományos érckutatási feladatoknál, továbbá a jól vezető fedőrétegek jelenléte miatt a közismert szabadlevegő korrekció használata már nem elegendő.

Megállapítottuk, hogy a két mérőtekerces kölcsönös induktivitása, illetve a *TURAM*-mennyiségeknek a térerősségtől való függése az a két tényező, amelyek a mérési pontosságot kedvezőtlenül befolyásolják. Sikertült olyan méréstechnikát és korrekciós eljárást kidolgozni, amely a fenti két hatásból származó hibát az előírt határok közé szorítja a térképezés



55. ábra. Mesterséges frekvencia-szondázási görbe (Q_E) és közelítő kiértékelése segédgörbék felhasználásával (Q_S , Q_T , S , T)

Fig. 55. Frequency domain electromagnetic curve (Q_E) and its approximate interpretation by auxiliary curves (Q_S , Q_T , S , T)

Рис. 55. Кривая искусственного частотного зондирования (Q_E) и ее аппроксимирующая интерпретация с использованием теоретических кривых (Q_S , Q_T , S , T)

egész területén. Megfelelő algoritmust fejlesztettünk ki továbbá vezetőképes féltér felszínén elhelyezkedő véges méretű, téglalap alakú hurokkal gerjesztett mágneses tér elméleti számítására. Ettől a normáltértől való eltéréseket definiálhatjuk elektromágneses anomáliákként. A feldolgozási eljárás lehetővé teszi, hogy a normáló modell fajlagos ellenállását pusztán a TURAM-mérésekből határozzuk meg. A terepi mérések eredményeit – az ismertetett feldolgozási rendszernek megfelelően – terepen működtethető HP 9815 A típusú kalkulátoron korrigáljuk, és eredményképpen szintvonalas formában megjelenített anomáliatérképet kapunk.

A több frekvencián végzett mérések arra is lehetőséget adnak, hogy megállapítsuk: az anomáliákat felszínközeli inhomogenitás, vagy az aljzat mélységének változása okozta-e. Ahhoz, hogy az eljárást az aljzat települési mélységének és a fedőrétegek fajlagos ellenállásának szélesebb tartományára eredményesen alkalmazhassuk, a frekvenciák számát jelentősen növelni kell.

A módszer alkalmazhatóságát $\mu = \sqrt{\frac{f}{\varrho}} > 5$ paraméter értékek (ahol f a frekvencia, ϱ a fedőréteg fajlagos ellenállása), illetve $h \leq 200$ m aljzatmélységek esetén kísérleti méréseink közvetlenül bizonyították. Példaképpen a Bakonyoszlop 1. sz. lencsén végzett kísérletek eredményeit mutatjuk be (56. ábra). A térerősséghányados (FSR) anomália térképen egyszersmind feltüntettük a nagy ellenállású dolomitaljzat mélységének fúrásokból szerkesztett izohipsza vonalait is. Így az aljzat bemélyedése és az anomáliák nagysága közötti korreláció közvetlenül ellenőrizhető. A terület déli részén potenciál-térképezést (PM) is végeztünk. A PM és SE-77 FSR értékeket az A-A' geológiai szelvény jelzi, az árok szélének leképezése azonban az SE-77 mérésnél pontosabb.

VLF invariáns ellenállás módszer

A felszínközeli bauxittestek geofizikai mérésekkel való lehatárolására alkalmazzuk a VLF invariáns ellenállás (VLF-IR) módszert, amely a VLF térképezés továbbfejlesztett változata.

A hagyományos VLF térképezés hátránya, hogy a távoli VLF adó és a földtani szerkezet csapása közötti szög befolyásolja a szerkezet felett kialakult anomáliaképet. A kifejlesztett VLF-IR módszer ennek az irányfüggőségnek a kiküszöbölése révén megfelelő felbontóképességgel rendelkezik ahhoz, hogy részletes szerkezetlehatároló méréseknél alkalmazzuk.

Felhasználva a VLF elektromágneses hullám és a magnetotellurika elméletének formális hasonlóságait, a magnetotellurikus impedancia tenzor mintájára látszólagos fajlagos ellenállás tenzor definiálható.

A VLF EM-16R műszer a Z_{xy} impedanciának megfelelő ϱ_{xy} látszólagos fajlagos ellenállást és annak fázisszögét (φ) méri. Ezen mennyiségekre érvényes az alábbi összefüggés:

$$\varrho_{xy}(\alpha)e^{-i\varphi} = 0,2 T \left| \frac{\bar{E}_x}{\bar{H}_y} \right|^2 e^{-i \text{Arg} \frac{\bar{E}_y}{\bar{H}_x}} \quad (1)$$

ahol T — a VLF elektromágneses hullám periódusideje;

α — a rádióadó és a mérés irányszögének különbsége;

\bar{E}_x — adóirányú elektromos térerősség vektor;

\bar{H}_y — adóirányra merőleges mágneses térerősség vektor.

A ϱ_{xy} látszólagos fajlagos ellenállás az α geometriai szög függvénye. A magnetotellurikában az elektromágneses tér időbeli változását (forgását) használják fel a Z_{xy} impedancia polárdiagram megszerkesztéséhez. A VLF-

IR módszernél három különböző irányból sugárzó VLF adó terét mérjük, és ennek segítségével bármely α geometriai irányra kiszámítható a $\varrho_{xy}(\alpha)$ látszólagos fajlagos ellenállás, tehát megszerkeszthető a $\varrho_{xy}(\alpha)$ polárdiagram.

A Berdicsevszkij-összefüggés alapján felírható:

$$\varrho_{xy}(\alpha)e^{i-\varphi} = \bar{\varrho}_{xy} \sin^2 \alpha + \bar{\varrho}_{yx} \cos^2 \alpha + (\bar{\varrho}_{xx} - \bar{\varrho}_{yy}) \sin \alpha \cos \alpha. \quad (2)$$

ahol $\bar{\varrho}_{xy}$; $\bar{\varrho}_{yx}$; $\bar{\varrho}_{xx}$; $\bar{\varrho}_{yy}$ a látszólagos fajlagos ellenállás tenzor elemei.

Három különböző irányból sugárzó VLF adóval mért $\varrho_{xy}(\alpha)$ és φ értékekből a (2) egyenlet jobb oldalán álló konstansok kiszámíthatók.

A VLF-IR módszerrel minden mérési pontban szerkeszthetünk egy $\varrho_{xy}(\alpha)$ polárdiagramot, amelynek értelmezése megegyezik a magnetotelurikus Z_{xy} polárdiagraméval.

A polárdiagram ismeretében *invariáns* látszólagos fajlagos ellenállás definiálható:

$$\varrho_{INV} = \sqrt{\frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} [\varrho(\alpha)]^2 d\alpha}. \quad (3)$$

Ez már csak elhanyagolható mértékben jelzi a hullámpolarizációs jelenségek miatt fellépő álanomáliákat a szerkezeti változások felett, és így a valószínűségi ellenállásviszonyokat jobban tükrözi.

A mérési adatokból a polárdiagramot és az invariáns ellenállástérképet a terepen működő HP 9815A kalkulátor számolja és szerkeszti.

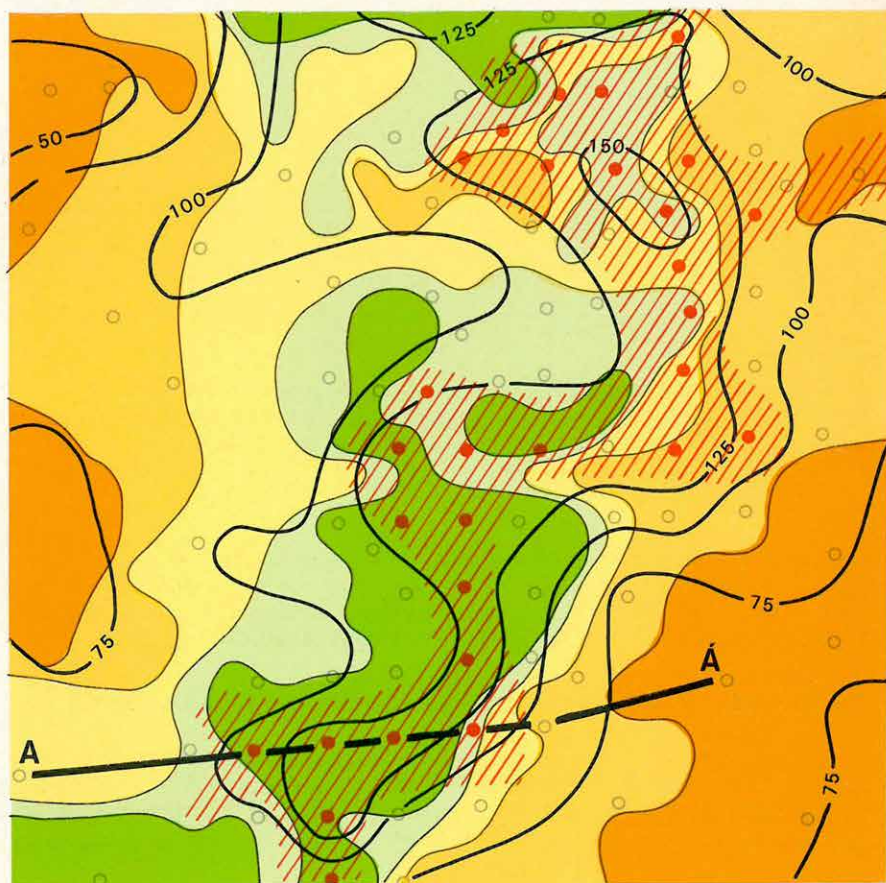
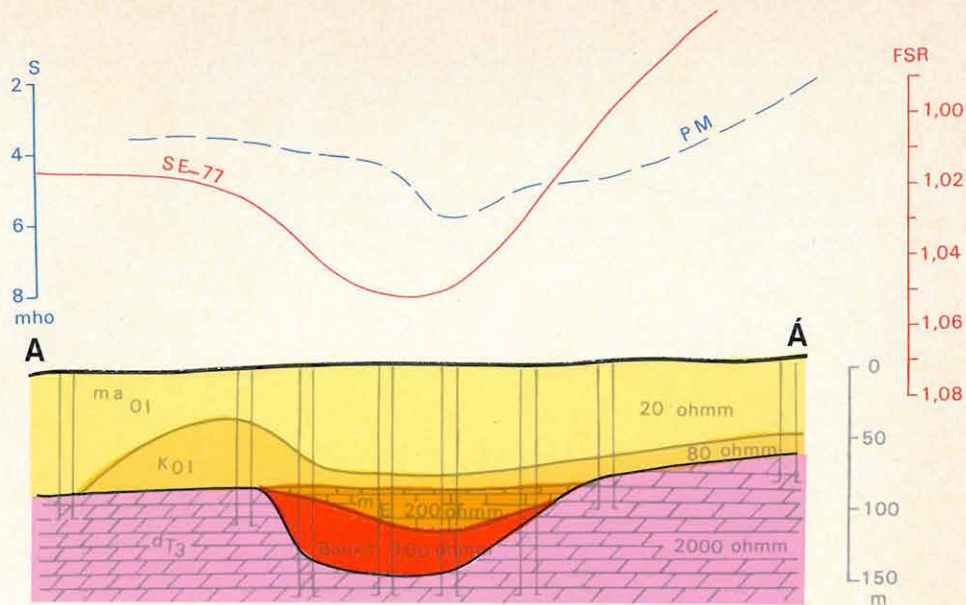
A VLF invariáns ellenállás módszert a gyakorlatban is sikeresen alkalmaztuk az iharkúti lencsehatároló méréseknél (lásd. 1.1. fejezet 6. ábra).

A földtani-geofizikai térképek automatikus megjelenítése

A térképrajzolást végző algoritmusok fejlesztésében 1978-ban megoldottuk a *szabálytalan hálóból történő szintvonalszerkesztést*.

A feladat matematikai követelményeiből két lényeges momentumot emelnénk ki:

- szabálytalan eloszlású pontokban adott értékekből szerkeszthető felület adja vissza a földtani felépítés becsülhető tendenciáit, szélsőértékhelyeit akkor is, ha maximum vagy minimum pontra nem esik mért érték;
- a felület legyen stabil a mérési hibákra, tehát egy-egy pont értékének kisebb megváltozása a felületet csak a pont közelében és ott is csak kis mértékben befolyásolja.



1 ● 2 ○ 3 // 4 A—A' 5 — 6 —

56. ábra. A TURAM mérések térerősséghányados (FSR) térképe
 1 – produktív fúrás; 2 – meddő fúrás; 3 – bauxit elterjedés határa; 4 – A–A' szelvény nyomvonala; 5 – a triász aljzat felszínétől számított mélysége; 6 – a TURAM mérések izoanomália vonalai

Fig. 56. Field strength ratio (FSR) map of TURAM measurements
 1 – borehole with bauxite; 2 – borehole without bauxite; 3 – limit of bauxite body; 4 – location of cross section A–A'; 5 – depth to Triassic basement; 6 – iso-lines of TURAM measurements

Рис. 56. Карта отношения напряженности поля по данным метода ТУРАМ
 1 – продуктивная скважина; 2 – непродуктивная скважина; 3 – граница развития бокситов; 4 – линия профиля А–А'; 5 – глубина залегания триасового основания от дневной поверхности; 6 – изолинии по данным наблюдений ТУРАМ

Az első követelmény másodrendű felületek illesztését igényli, a második pedig azt, hogy az illesztés ne legyen szigorú, azaz nem írjuk elő, hogy a mérési pontokban pontosan visszakapjuk a mért értéket, hanem egy távolsággal gyorsan lecsengő súlyfüggvény szerint minimalizáljuk az eltéréseket.

A szintvonalyszerkesztést két fő lépésben végezzük el. Először egy szabályos háló pontjaira interpolálunk úgy, hogy a rács minden pontjára megoldjuk a következő minimum feladatot:

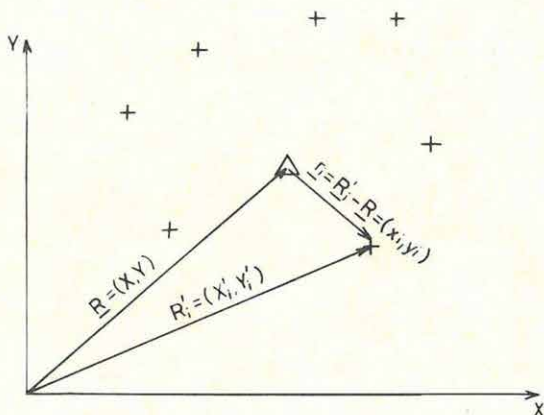
$$\sum_i \mu_i(r_i)(Z_i - F(\bar{P}, \bar{r}_i))^2 = \min.$$

ahol $\mu_i(r_i)$ = a távolságfüggő súlyfüggvény;

Z_i = az i -edik mérési pontban adott érték;

$$F(\bar{P}, \bar{r}_i) = a + bx_i + cy_i + dx_i y_i + ex_i^2 + fy_i^2,$$

ahol x_i, y_i a rács pont és az r_i mérési pont közötti relatív koordinátákat jelöli (57. ábra).

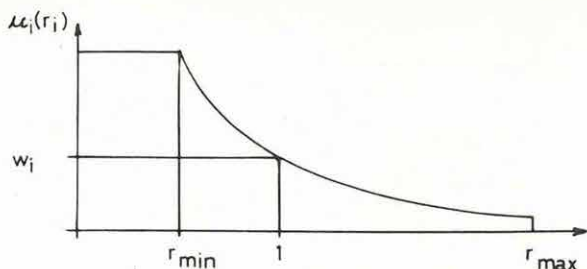


57. ábra.
Fig. 57.
Рис. 57.

A minimumfeladatot az a, b, c, d, d, f együtthatókból álló P vektorra megoldva a rács pontba interpolált érték $x = y = 0$ helyettesítéssel az „ a ” konstans tag lesz.

A $\mu_i(r_i)$ súlyfüggvényt a következőnek választottuk (58. ábra).

$$\mu_i(r_i) = \begin{cases} W_i \frac{1}{r_i^{2k}}, & \text{ha } r_{\min} \leq r_i \leq r_{\max} \\ 0, & \text{ha } r_i > r_{\max} \\ W_i \frac{1}{r_{\min}^{2k}}, & \text{ha } r_i < r_{\min} \end{cases}$$



58. ábra. Szabálytalan hálóból történő interpoláció súlyfüggvénye

Fig. 58. Weight function for interpolation from randomly distributed data

Рис. 58. Весовая функция для интерполяции, проводящейся по неправильной сетке

W_i — az egyes mérési értékek megbízhatóságát jellemző súly (bemenő adat);

r_{\max} — az a távolság, amelyen túli pontokat a program gépidő-takarékosság céljából nem vesz figyelembe (bemenő adat);

r_{\min} — a súlyfüggvény túlsordulását megelőző paraméter: ezen belül már a pontok azonos súlyúak (bemenő adat);

k — a súlyfüggvény lecsengését állítja be, empirikusan 2-nek választottuk.

Második lépésben a szabályos hálóból történő szintvonalrajzolást az erre szolgáló hagyományos algoritmusokkal végezzük el.

A program MINSZK-32 számítógépre készült és eddigi tapasztalataink szerint megfelelő képet szerkeszt, ha a pontok sűrűsége a terület különböző részein nagyságrendileg *nem tér el*. A programot fúrási adatokból mélységtérképek szerkesztésére használtuk fel. Példaképp bemutatjuk a Gerecse DK előterében készített tektonikai térképet (59. ábra). A mélységtérképet az értelmezés megkönnyítésére axonometrikus megjelenítésben is ábrázoljuk.

Háromdimenziós matematikai modellezés

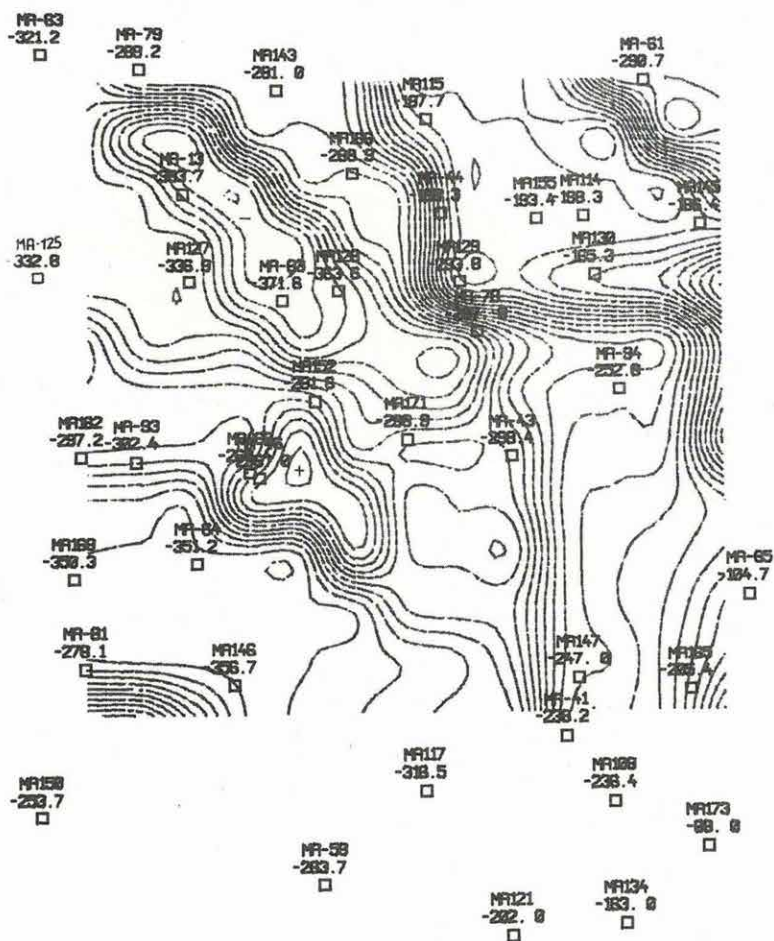
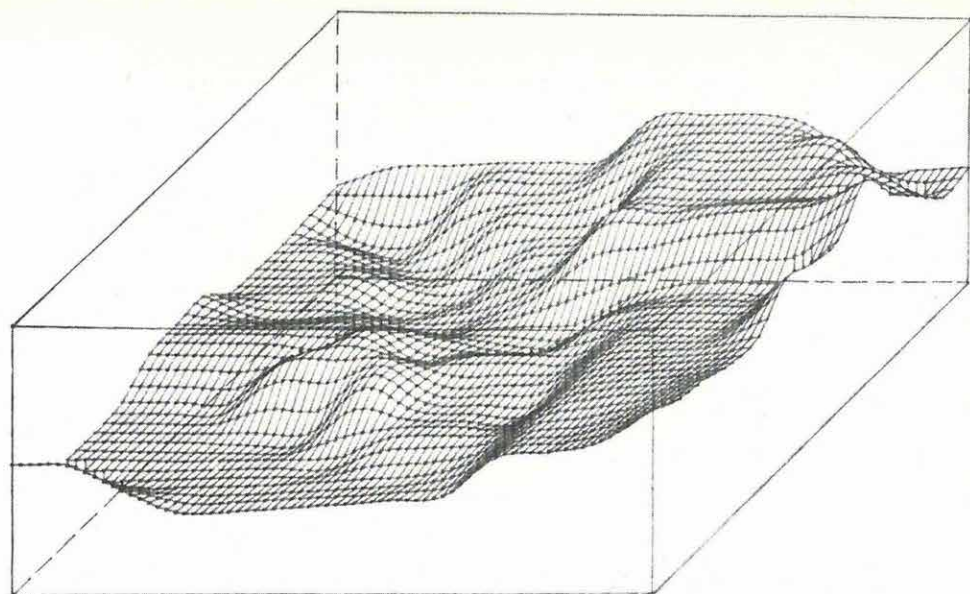
A geoelektromos mérések matematikai modellezésének témakörében a kétdimenziós megoldások után (1976. Évi Jelentés) sikerült bizonyítani, hogy a potenciálelméletből adódó integrálegyenletek módszere alkalmas rétegzett közegben elhelyezkedő véges méretű testek hatásának számítására háromdimenziós térben is.

A módszer elve a következő: feltesszük, hogy egy alapmodell esetén — amely lehet pl. homogén, vagy horizontálisan rétegzett feltér — tetszőleges \bar{y} forráshelyzetre és \bar{x} mérési pontra ismerjük a $G(\bar{x}, \bar{y})$ potenciálfüggvényt, azaz az \bar{y} -ba helyezett pontszerű töltés elektromos potenciálját az \bar{x} helyen.

59. ábra. Fúrási adatok alapján szerkesztett mélységtérkép és annak axonometrikus megjelenítése

Fig. 59. Contour map and its axonometric representation constructed from borehole data

Рис. 59. Карта глубин по данным бурения и ее аксинометрическое представление



Ezután az alapmodellt egy véges kiterjedésű elemmel bővítjük. Az új modellre vonatkozó potenciált az eredeti és egy másodlagos potenciál szuperpozíciójaként keressük:

$$U(\bar{x}, \bar{y}) = G(\bar{x}, \bar{y}) + V(\bar{x}, \bar{y}). \quad (4)$$

V másodlagos potenciált egy (egyelőre ismeretlen), a ható felszínén kialakuló felületi töltéssűrűség indukálja:

$$V(\bar{x}, \bar{y}) = \int_S G(\bar{x}, \bar{\eta}) \cdot \varphi(\bar{\eta}, \bar{y}) dS_{\eta}, \quad (5)$$

ahol S a ható felszíne.

A φ töltéssűrűség meghatározása érdekében vezessük be az alábbi jelöléseket: legyen az S felület egy ξ pontjában $\nu(\xi)$ a „kifelé mutató” normálvektor, továbbá:

$$\left. \begin{array}{l} \frac{\partial^+ F(\xi, \bar{y})}{\partial \nu(\xi)} \\ \frac{\partial^- F(\xi, \bar{y})}{\partial \nu(\xi)} \end{array} \right\} = \text{az } F(\bar{x}, \bar{y}) \quad \nu(\xi)\text{-szerinti } (\bar{x} \rightarrow \xi)\text{helyen} \quad \left. \begin{array}{l} \text{kívülről} \\ \text{belülről} \end{array} \right\} \text{vett limese,}$$

$$\text{ahol } F = \begin{Bmatrix} G \\ V \\ U \end{Bmatrix}$$

A potenciálelméletből rendelkezésünkre áll két összefüggés a $V(x, y)$ -ra:

$$\frac{\partial^+ V(\xi, \bar{y})}{\partial \nu(\xi)} = -\frac{1}{2} \varphi(\xi, \bar{y}) + \int_S \frac{\partial^+ G(\xi, \bar{\eta})}{\partial \nu(\xi)} \varphi(\bar{\eta}, \bar{y}) dS_{\eta};$$

$$\frac{\partial^- V(\xi, \bar{y})}{\partial \nu(\xi)} = +\frac{1}{2} \varphi(\xi, \bar{y}) + \int_S \frac{\partial^- G(\xi, \bar{\eta})}{\partial \nu(\xi)} \varphi(\bar{\eta}, \bar{y}) dS_{\eta}.$$

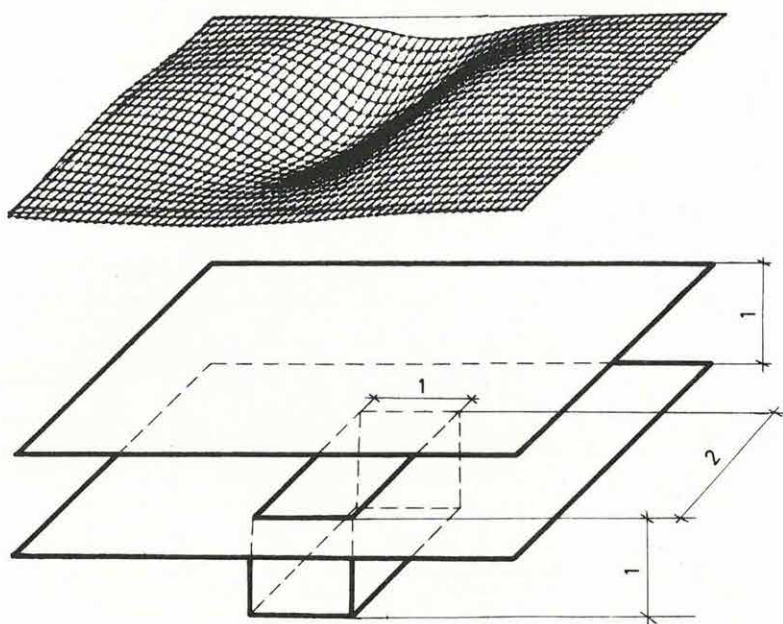
A felületen áthaladó áram normálirányú komponensére kirótt feltételben – az előbbi két összefüggést felhasználva – az ismeretlen sűrűségfüggvényre az alábbi integrálegyenletet kapjuk:

$$\begin{aligned} \varphi(\xi, \bar{y}) &= \int_S 2 \cdot \frac{\varrho^-(\xi) \cdot \frac{\partial^+ G(\xi, \bar{\eta})}{\partial \nu(\xi)} - \varrho^+(\xi) \cdot \frac{\partial^- G(\xi, \bar{\eta})}{\partial \nu(\xi)}}{\varrho^-(\xi) + \varrho^+(\xi)} \cdot \varphi(\bar{\eta}, \bar{y}) dS_{\eta} = \\ &= 2 \cdot \frac{\varrho^-(\xi) \cdot \frac{\partial^+ G(\xi, \bar{y})}{\partial \nu(\xi)} - \varrho^+(\xi) \cdot \frac{\partial^- G(\xi, \bar{y})}{\partial \nu(\xi)}}{\varrho^-(\xi) + \varrho^+(\xi)}, \end{aligned} \quad (6)$$

$$\text{ahol } \left\{ \begin{array}{l} \varrho^-(\xi) \\ \varrho^+(\xi) \end{array} \right\}: \text{ a felület } \xi \text{ pontjában } \left\{ \begin{array}{l} \text{belső} \\ \text{külső} \end{array} \right\} \text{ellenállás.}$$

A (6) integrálegyenlet bizonyíthatóan másodfajú Fredholm-típusú, így létezik egyértelmű megoldása. Feltételezve, hogy ebből a φ -t meghatároztuk, az új potenciál – illetve ennek a gradiense – a (3. és 4.) képletekkel számítható. A módszer numerikus alkalmazásában az integrálokat véges összegekkel helyettesítjük, ezáltal (6) pedig lineáris egyenletrendszerre alakul.

A 60. ábra egy 2 réteges közegben levő téglatest alakú bemélyedés feletti elméleti potenciáltér képét mutatja. A témafejlesztéssel jelenleg a numerikus eredmények és konvergenciaviszonyok ellenőrzésénél tartunk. Az eredmények bevezetése a geofizikai értelmezés gyakorlatába a következő évek feladata.



60. ábra. Háromdimenziós modell feletti elméleti geoelektromos potenciáltérkép

Fig. 60. Theoretical geoelectric potential map above a three dimensional model

Рис. 60. Карта теоретических геоэлектрических потенциалов над трехмерной моделью

2.3 MÉLYFŰRÁSI GEOFIZIKAI MÓDSZER- ÉS MŰSZERKUTATÁS*

A nukleáris műszerfejlesztésben a szénhidrogén-termelő kutak vizsgálata két szondatípust dolgoztunk ki, amelyek üzemeltethetők az ELGI által korábban kifejlesztett KRF típusú nukleáris felszíni egységekkel. A KRGNN-3-150-43sHY típusú háromparaméteres nukleáris szondával egyidejűleg természetes gamma és két szondahosszas neutron-neutron szelvény vehető fel.

A KRFD-1-150-43sY típusú folyadéksűrűség-mérő szonda a kutakban levő folyadékok sűrűségének folyamatos mérésére alkalmas. A folyadéksűrűség mérése a lágy gamma sugárforrás és a detektor közé, a perforált szondaházon keresztül beáramló folyadék „átvilágításán” alapszik. A fűrólyuk zavaró hatását a sugárforrás irányítottságával és a szcintillációs detektor árnyékolásával csökkentettük. A KRFD-1-150-43sY típusú szonda összekapcsolható az ELGI-ben előállított KL-1-150-43Y típusú karmantyúlokátor szondával, így a folyadék sűrűségének mérésével egyidejűleg a vaseső karmantyúinak helyzete is mérhető.

A szondák fontosabb adatait az II. táblázat foglalja össze.

A röntgenradiometrikus mérésekhez kifejlesztettük a 36 mm-es átmérőjű KRGE-1-150-36X lyukműszert, amely a kisenergiájú (3keV-35keV) gamma sugárzások energiaszelektív mérésére, a kőzetösszetétel mennyiségi és minőségi meghatározására alkalmas. A falhoz szorító rugóval ellátott szondával a vizsgált elemnek megfelelően kiegyenlített, felszínről vezérelt szűrőpár segítségével kismélységű bányakarotázs mérések valósíthatók meg.

Az 61. ábrán látható blokkvázlatban bemutatott szonda elektronikája kis zajú C-MOS integrált áramkörök felhasználásával készült. A lyukműszer 4-eres kábelen keresztül csatlakozik a felszíni energiaszelektív karotázs berendezéshez.

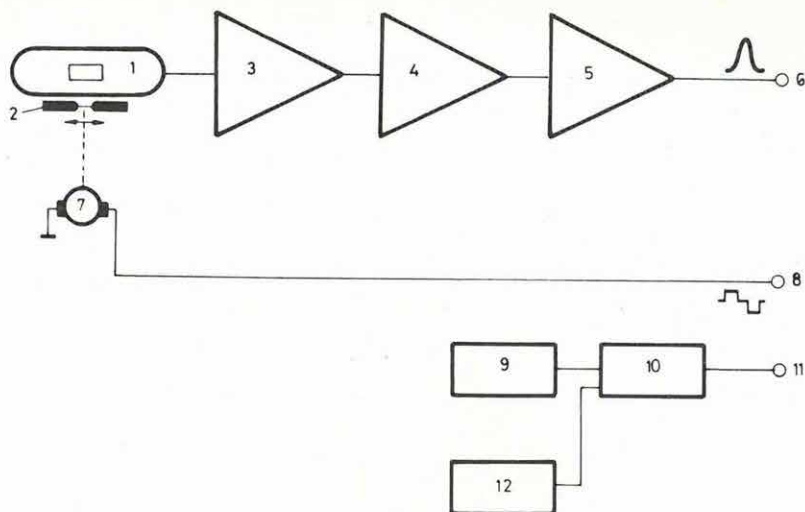
A nukleáris módszerfejlesztés feladatkörében laboratóriumi körülmények között a KRGE-1-50-36X szondával és az NE-5017 típusú hordozható

* Andrassy L., Baráth I., Békés T., Josepovits Gy., Karas Gy., Korodi G., Kovács Jné, Liszt F., Pákozdi I., Petőcz V., Renner J., Szentesi J., Viola B.

	KRGNN-3-150-43sHY	KRFD-1-150-43sY
Hőtűrőképesség:	(-5)-(+ 150 °C)	(-5)-(+ 150 °C)
Szondafej:	KGST szabványú 36/3 gyorscsatlakozós	KGST szabványú 36/3 gyorscsatlakozós
Szonda átmérő:	43 mm	43 mm
Detektorok:		
– gamma érzékelő:	nagyérzékenységgű szcintillációs rendszer	nagyérzékenységgű szcintillációs rendszer
– neutron érzékelő:	^3He gázzal töltött proporcionális csövek	–
Alkalmas sugárforrás:	Am-Be vagy Pu-Be 10^7 – 10^8 neutron/s 190–370 GBq (kb. 5–10 Ci)	^{170}Tm 37 GBq (1 Ci)
Forrás-detektor távolság:	300–400, ill. 600–700 mm	300 mm
Szonda nyomásállósága:	49 MPa (500 at)	49 MPa (500 at)
Mérési tartomány:	–	0,85–1,3 g/cm ³
Mérési pontosság:	–	0,03 g/cm ³
Alkalmazható karotázskábel:	egyszerű acélpáncél kábel, vagy bármilyen többerű karotázskábel két ere, amelynek hurokellenállása $\leq 200\Omega$; két ér közötti kapacitása $\leq 0,75\mu\text{F}$	

röntgenradiometrikus berendezéssel ismert rézkoncentrációjú (0–6% tartományban) pormintasorozaton végzett mérések eredményeit hasonlítottuk össze, amelyek igen jó egyezést mutattak.

A nagyegyházi-csordakúti kutatási területen KRGE-1-120-76s és KRGE-1-120-60s típusú spektrál szondákkal bauxitos-szenes fúrásokban megkezdtük az alapozó méréseket. A kőzetek természetes sugárzó elemei közül a kálium (1,37–1,55 MeV), az urán (1,58–1,95 MeV) és a tórium (2,45–2,85 MeV) koncentrációját vizsgáltuk a feltüntetett energiatartományokban. A terület általános radioaktív anyageloszlási vizsgálatával (3–4 komponenses mágnezési sorozatok) a korábbi mérésekkel egybehangzó eredményeket kaptunk.



61. ábra. A KRGE-1-50-36X röntgenradiometrikus lyukműszer blokkvázlata
 1 – detektor (proporcionális számlálócső); 2 – balansz-szűrő; 3-5 – lineáris erősítők; 6 – jelkimenet; 7 – szűrőváltó-motor; 8 – motorvezérlő; 9 – nagyfeszültségű egység; 10 – DC-DC átalakító; 11 – tápvezeték; 12 – stabilizált tápegység

Fig. 61. Block diagram of roentgen-radiometric sonde, type KRGE-1-50-36X
 1 – detector (proportional counter); 2 – balance filter; 3-5 – linear amplifiers; 6 – output; 7 – filter changing motor; 8 – motor controller; 9 – high voltage unit; 10 – DC-DC converter; 11 – power cable; 12 – stabilized power supply unit

Рис. 61. Блок-схема рентгенорадиометрического скважинного прибора KRGE-1-50-36X
 1 – детектор (пропорциональный счетчик); 2 – балансовый фильтр; 3-5 – линейные усилители; 6 – выход сигнала; 7 – двигатель смены фильтров; 8 – устройство управления двигателем; 9 – высоковольтное устройство; 10 – преобразователь DC-DC; 11 – линия питания; 12 – стабилизированный источник тока

A kis átmérőjű szilárd ásványi nyersanyagkutató fúrásokban tovább folytattuk kísérleti méréseinket. A mérések kvantitatív értelmezése a modellezési diagrammok alapján történt. A szelvényezést főleg a csordakúti és a rudabányai kutatási területen végeztük, ahol egyúttal a vizsgálni kívánt mérésfajtát (gamma-gamma, vagy neutron-neutron) ellenőrzés céljából más típusú szondával is elvégeztük. A KRNG-2-130-36sH típusú szondával felvett szelvényekből neutron-porozitást számoltunk. A kapott értékeket n-porozitás gyakorisági diagramon feltüntetve, a különböző képződmények jól elkülönülnek. A KRG-2-120-36s típusú szondával készült szelvényekből sűrűség-értékeket határoztunk meg. Az eredményeket sűrűség-gyakoriság diagramon tüntettük fel, ahol az egyes képződmények számottevően elkülönültek egymástól. A sűrűségértékek birtokában – a területen ismert mátrixadatok felhasználásával – porozitásértékeket is számítottunk. A két eredmény sorozatból sűrűség-neutron porozitás grafikont készítettünk, ahol az egyes közettípusok jól elkülönülnek.

A háromparaméteres KRGNN-3-150-85sHY nukleáris szondával nagymélységű üledékes összletekben végeztünk szelvényezést. A mérési-értelmezési tapasztalatok azt mutatták, hogy mészköves-dolomitos összletektől eltérő képződményeknél a reális porozitásértékek eléréséhez egyéb szelvények adatainak figyelembevétele is szükséges.

E témakörhöz kapcsolódva, elméleti vizsgálatokat végeztünk kétcsoportos neutron diffúziós egyenletekkel neutronterek tanulmányozására háromréteges modellen.

A fúrólyukat körülvevő közeg radiális irányú változását is figyelembe véve a következő modelleket vizsgáltuk:

- a) A rétegeket NaCl-tartalmú sós víz telíti, a fúrólyukban édesvíz van, az elárasztott zóna édesvíz telítettségű.
- b) A rétegeket édesvíz telíti, a fúrólyukakban NaCl-tartalmú sós víz van, az elárasztott zóna sós víz telítettségű.

Mészkő és kvarchomokkő típusú kőzetmátrixokat vizsgálva a porozitás mindkét esetben 0 és 40% között változott. A számításokhoz az 1977. Évi Jelentésben publikált csoportállandókat használtuk fel.

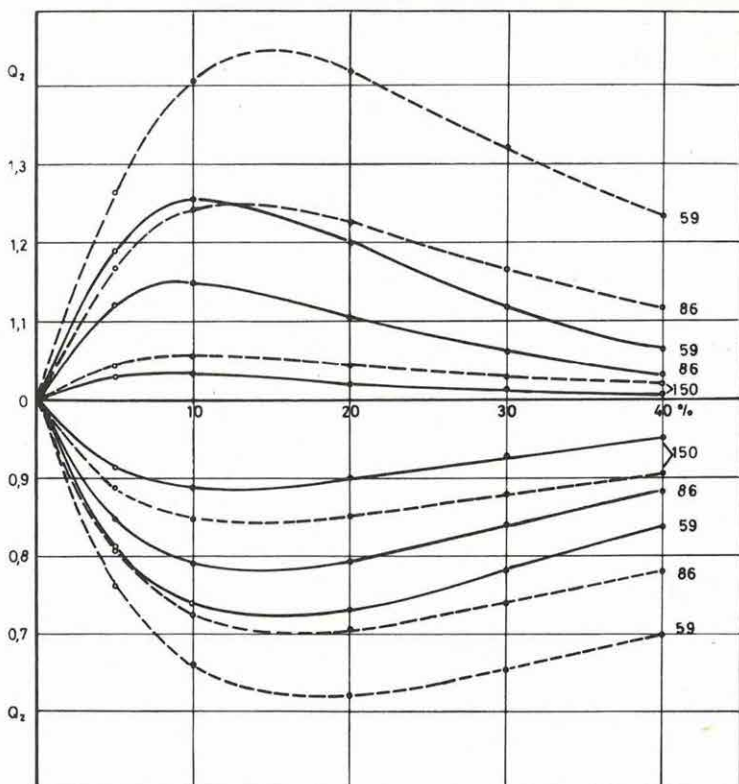
Vizsgáltuk a Φ_1 és Φ_2 csoport fluxusok értékeit háromréteges modellre [$\Phi_{1A}(0; z)$ és $\Phi_{2A}(0; z)$], és azokat a megfelelő kétréteges esethez tartozó fluxus Φ_{1A}^∞ és Φ_{2A}^∞ értékekhez viszonyítottuk:

$$Q_1 = \frac{\Phi_{1A}(0; z)}{\Phi_{1A}^\infty(0; z)} \quad \text{és} \quad Q_2 = \frac{\Phi_{2A}(0; z)}{\Phi_{2A}^\infty(0; z)}.$$

Az 1 és 2 indexek az epitermikus és termikus neutronokra vonatkoznak. Korábbi számításaink alapján $Q_1 = 1$, mivel az elárasztott zóna és az érintetlen réteg csak az L_2 termikus csoportállandóban tér el egymástól.

Eredményeinket és következtetéseinket összefoglalva:

- a Q viszonyszám egynél nagyobb, ha az elárasztás sós, az érintetlen réteg édesvízes, és Q egynél kisebb, ha az elárasztás édes és a rétegtartalom sós vizes;
- az elárasztási mélység és a fúrólyukátmérő növekedése csökkenti a harmadik réteg hatását;
- a Q viszonyszám a maximumot, ill. a minimumot a legkisebb fúrólyukátmérőnél és a legkisebb elárasztásnál veszi fel. Az ELTE Geofizikai Tanszék 1978-as vizsgálatai szerint pl. homokkőre 150 mm-es lyukátmérőnél és 10 cm-es elárasztásnál a fluxus módosulása maximálisan kb. +6%, ill. -15% (lásd 62. ábra);
- a Q viszonyszám kb. 10–20%-os porozitás-intervallumban éri el a maximumot;
- homokos képződményeknél az elárasztott zóna hatása jelentősebb mint mészköveknél.



62. ábra. A termikus fluxus változása (Q_2) a porozitás % függvényében
Kőzet: homokkő; szondahossz: 70 cm. Fent: sós iszap, édes rétegvíz. Lent: édes iszap, sós rétegvíz. A görbék paramétere: lyukátmérő mm-ben. Elárasztás: 10 cm (folytonos vonal), 5 cm (szaggatott vonal)

Fig. 62. Change of thermic flux (Q_2) versus porosity (%)
Rock: sandstone; probe length: 70 cm
Top: salted mud, formation fluid: fresh water
Bottom: fresh mud, formation fluid: brine
Parameters of the curves: borehole diameter in mm;
Invasion: 10 cm (continuous line), 5 cm (dashed line)

Рис. 62. Зависимость теплового потока (Q_2) от % пористости
Горные породы: известняки; длина зонда: 70 см. Наверху: соленый ил, пресная пластовая жидкость. Внизу: пресный ил, соленая пластовая жидкость.
Параметр кривых: диаметр скважины в мм-ах. Обводнение: 10 см (сплошная линия); 5 см (пунктир)

A kis mélységű karotázs berendezések fejlesztésében a fotoregisztrálók helyettesítésére szervorendszerű *direktíró regisztráló-sorozat*ot készítettünk a GAMMA MŰVEK „Analcont” elemének felhasználásával. Tulajdonságaik közül kiemeljük a léptetőmotoros papírmeghajtást és az akkumulátorról történő üzemeltetést amelyet a rendkívül alacsony teljesítményfelvétel tesz lehetővé.

Az egyszerűbb feladatok megoldására szolgáló *KRG-2101 regisztráló* egyidejűleg két csatorna regisztrálását teszi lehetővé 100 mm széles papírra. A mélységjelzések a csatornákra kapcsolt hirtelen kitéréssel írhatók fel.

A *KRG-4101 regisztráló* egyidejűleg négy görbe felrajzolására alkalmas két – egyenként 100 mm széles – papírra. A felépítés lehetővé teszi kétszer két csatorna regisztrálását különböző mélység-léptékben, ami különösen a szén- és ércutatásban jelentős, mivel csökkenti a szelvényezési műveletek számát.

A *KRG-4251 regisztráló* egyidejűleg négy csatorna regisztrálására alkalmas; 260 mm széles papírra 2 × 100 mm-es skálán. Mélységjelzésre külön csatorna szolgál.

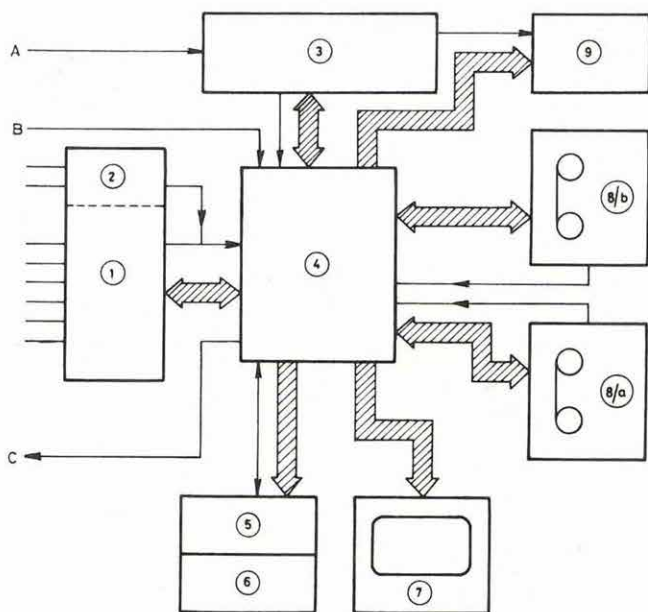
A *K-3000 közepes mélységű karotázs berendezés* digitális rendszerének üzemeltetési körét tovább bővítettük, indukciós, és akusztikus lyukműszerek illesztésével. Az akusztikus terepi módszertani mérések feldolgozásának első kísérletei során mechanikai paramétereket (Poisson-szám, Young modulus, kompresszió modulus, nyírási modulus) határoztunk meg dunántúli bauxitos terület triász karbonátos fekvő összletében felvett szelvényekből.

A *mikroszámítógéppel vezérelt karotázs szelvényező- és gyorskiértékelő rendszer* fejlesztése című témában elkészült egy kísérleti példány (63. ábra).

A fejlesztés folyamán elsősorban a szilárd hasznos ásvány és a vízkutatás igényeit vettük figyelembe. Szénhidrogén-kutató fúrásokban történő alkalmazásánál mind hardware, mind software területen változtatások szükségesek. A rendszer főbb jellemzői:

- alkalmas 9 analóg szelvény egyidejű mérésére és digitális rögzítésére, továbbá maximum kétdetektoros, energiaszelektív nukleáris impulzuszámolásra, 128 energiacsatorna szerinti diszkriminálással;
- biztosítja az egymást követő húzások szelvényeinek mélységhelyes összeállítását, azaz az n . húzás folyamán mérés közben rendelkezésre áll az előző $n-1$., valamint az aktuális (n .) húzás összes felvett szelvénye mélység szerint rendezett, „multiplex” formában;
- az összes rendelkezésre álló (már valamelyik húzásban felvett) szelvény és meghatározott típusú operandusok között pontonként végrehajtandó műveletek írhatók elő, amelyekhez a rendszer beépített speciális függvényeket is tartalmaz;
- a mérést specifikáló paraméterek és a feldolgozás algoritmusai előírható billentyűzetről vagy kazettáról. A feldolgozás specifikálása az Intézetben kifejlesztett „KAROLIN” célnyelv segítségével történik;
- a feldolgozás eredménye megjeleníthető szelvény formájában, de rögzíthető mágnesszalagon is. Az eredményszelvény a nyers szelvényekkel azonos módon kezelhető, így alkalmas továbbfeldolgozásra is;

- a mért- vagy eredmény-szelvények bármelyike fotoregisztráló vagy oszcilloszkóp-képernyőre rajzolható, illetve pontonként számkijelzőn megjeleníthető. Fotoregisztrálóra maximum 9, képernyőre maximum 4, számkijelzőre 1 szelvény vihető ki egyidejűleg, amelyek mérés közben tetszés szerint kiválaszthatók;



63. ábra. A mikroszámítógéppel vezérelt karotázs szelvényező és gyorskiértékelő rendszer blokkvázlata

A – mélységjeladó; B – marker; C – kábelvezérlő pulthoz;

1 – mérési adatgyűjtő periféria; 2 – nukleáris kiegészítés; 3 – mélységjelképző és fotoregisztráló elektronika; 4 – mikrogép; 5 – 16-karakteres kijelző; 6 – billentyűzet; 7 – képernyős kijelző; 8/a, 8/b – kazettás mágnesszalagos egységek; 9 – fotoregisztráló

Fig. 63. Block diagram of microcomputer controlled well logging and express processing system

A – depth impulses; B – marker impulses; C – to cable controller

1 – data acquisition unit; 2 – optional nuclear extension; 3 – depth measuring and controlling unit; 4 – microcomputer; 5 – 16 character display; 6 – key board; 7 – CRT display; 8/a, 8/b – cassette tape units; 9 – photo registrar

Рис. 63. Блок-схема системы каротажной аппаратуры и экспресс-обработки данных, управляемой микро-ЭВМ

A – датчик марок глубин, B – маркер, C – пульт управления кабелем;

1 – внешнее устройство сбора данных наблюдений; 2 – дополнительное ядерное устройство; 3 – электроника образования глубинных марок и фотозаписи; 4 – микромашина; 5 – 16-значный индикатор; 6 – клавиатура; 7 – экранный индикатор; 8/a, 8/b – магнитные устройства с лентами в кассетах; 9 – фоторегистратор

- méréshatárváltások és az ezeket követő hitelesítések automatikusan történnek;
- a rendszer – markerközönként – mélységkorrekciót végez.

Modellszámításokat végeztünk a *fajlagos ellenállás* elméleti értékeinek meghatározására vertikálisan végtelen vastag, a fúrólyuk tengelyére nézve forgásszimmetrikus közegben. A hét és kilencelektródás irányított áramterű potenciál és gradiens szondákra vonatkozó értékeket az ELTE Geofizikai Tanszék által (Drahoš D. és Salát P.) kidolgozott diszkrét konvolúciós algoritmussal és az általuk kiszámolt szűrőegyüttható sorozattal számítottuk ki, az Intézet MINSZK-32-es számítógépén. Az eljárás pontosságát korábbi szerzők (lásd az irodalomjegyzékben) eredményeivel összehasonlítottuk. Az egyezés általában jó, nagyobb eltérést csak az analóg módon elektrointegrátorral meghatározott adatoknál találtunk.

Az irányított áramterű szondákhoz tartozó görbeseregek táblázatai a következő szondaelrendezésekre vonatkoznak (adatok méterben):

Mélybehatolású: $A_0 0,2 M_1 0,2 N_1 1,1 A_1 \infty B_1$

Optimális: $A_0 0,3 M_1 0,2 N_1 0,5 A_1 \infty B_1$

Rövid pszeudó: $A_0 0,1 M_1 0,1 N_1 0,1 A_1 0,2 B_1$

Hosszú pszeudó: $A_0 0,2 M_1 0,2 N_1 0,2 A_1 0,9 B_1$

Természetesen a görbeseregek ezektől eltérő szondahosszak esetében is kiszámíthatók. A kiértékelési görbeseregek táblázatának gyűjteményét külön kiadványban publikáljuk.

A *tengerkutatói programban* folytattuk a komplex maggeofizikai elemző rendszer fejlesztését. A műszerkomplexum hajóra telepített, vagy gépkocsira szerelt változatban alkalmas tengeri és szárazföldi torlatminták, illetve egyéb közettípusok, fémminták stb. komponenseinek kvantitatív elemzésére.

A vizsgálandó anyagok fő komponenseit (Al és Si) zárt neutronforrással végzett aktivációs analízis elve alapján kifejlesztett BEA-1000 berendezéssel határozzuk meg. A berendezés a speciális hajófedélzeti igényeknek megfelelően kis méretű és súlyú. A mérések elvégzése, a vizsgált komponensek százalékos értékeinek meghatározása és az eredmények rögzítése teljesen automatizált.

Az XRF spektrálanalitikai vizsgálatokban használt ASA 1024-16 Automatikus Spektrum Analizátor klímaállóságát fokoztuk, és hazai gyártmányú berendezések felhasználásával létrehoztuk az expressz XRF-elemzőt. A mérőberendezés alkalmas 10-12 db tetszőlegesen kiválasztott $z >$ rendszámú komponens egyidejű meghatározására.

Befejeződött a mérési eredmények automatikus kiértékelését végző *EMG 301 típusú mikroszámítógép-software* kidolgozása. A létrehozott mérőkomplexummal recski területéről származó ércmintákat elemeztünk.

Az XRF analízis hazai alkalmazásának kiterjesztése céljából fémtechnológiai anyagvizsgálatokat végeztünk szelepacélokon, ón-bronz ötvözeteken, valamint speciális kohósalakokon a Magyar Acéláru Gyár és a Csepeli Vas- és Fémművek részére.

1978-ban összesen közel 7000 elemzést végeztünk 20 elemre a III. táblázatban ismertetett koncentráció-tartományokban.

III. táblázat table III. таблица III.

A	B	C	D
Ca	0,15–95%	–	42–48%
Cr	–	17,5–18,5%	0,4–1,4%
Mn	–	1,0–1,4%	3,5–5,5%
Fe	0,12–30,12%	–	13–21%
Ni	–	0,1–9,5%	–
Cu	0,02–19,26%	89,05–98,75%	–
Zn	0,01–47,98%	0,15–0,70%	–
As	0,005– 0,5%	–	–
Sn	–	0,9–9,0%	–
Pb	0,37–18,96%	0,02–0,40%	–

A – Elem, element, элементы

B – Földtani minták, rock samples, геологические образцы

C – Fémminták, metal samples, образцы металлов

D – Kohósalakok, blast furnace cinders, металлургические шлаки

1. Алпин Л. М.–Куликович А. Е. (1958):
Палетки бокового каротажного зондирования ВКЗ (Гостоптехиздат).
2. Drahos D.–Salát P. (1972):
A new simple fast method for indirect and direct interpretation on geoelectrical and well log sounding, based on the linear transform theory (Contributions of XVI. Geophysical Symposium in Karlovy Vary).
3. Drahos D.–Salát P. (1973):
Application of the linear filter theory in the direct and indirect interpretation of geoelectrical and well log measurements.
(Annales Univ. Sci. Budapest R. Eötvös, Sec. Geol. Vol. XVII.)
4. Fölsz A. (1965):
A laterolog kiértékelési görbeseregek számításának újabb eredményei (OGIL–OKGT jelentés).
5. Fölsz A. (1967):
A laterolog ellenállás-szelvényezés módszerei és interpretációinak fejlesztése (OGIL–OKGT jelentés).
6. Перков (1968):
Альбом теоретических кривых зондов бокового каротажа сточными электродами (ВНИИГеофизика).
7. Schlumberger (1969):
Log interpretation charts (Schlumberger Limited).

3 FÖLDFIZIKAI KUTATÁSOK

3. FÖLDFIZIKAI KUTATÁSOK*

1978-ban került sor a Tihanyi Obszervatórium *földmágneses* műszerálmányának felújítására. Az új műszerpark a földmágneses térkomponensek (D, H, Z, F) időbeli változásának regisztrálásához nyújt az eddigieknél jobb lehetőséget, ill. az abszolút mérések pontosabb, egyszerűbb elvégzését segíti elő.

Az időbeli változást regisztráló klasszikus (La Cour) variációs rendszereket Bobrov-rendszerű, feszített kvarcszálás, hőmérséklet kompenzációs mágnessel ellátott műszerek váltották fel. Az új berendezések beállítása, szabályozása, műszerparamétereik ellenőrzése és meghatározása megtörtént. Kontroll jelleggel továbbra is üzemeltettünk egy La Cour rendszert.

A szeptember eleje óta folyamatosan regisztráló új variációs műszer-csoportok érzékenysége:

0,5 nT/mm (D, H, Z – Bobrov I.)

2,0 nT/mm (D, H, Z, F – Bobrov II.)

5,0 nT/mm (D, H, Z – Bobrov III.)

1978 szeptemberétől az Obszervatórium által szolgáltatott földmágneses adatok bázis műszer-csoportja a Bobrov II. rendszer.

Az év végén ideiglenesen az Obszervatóriumban állítottuk fel a Bobrov műszer-család mobil változatát (D, H, Z-ben 1 nT érzékenységgel – Bobrov M), amellyel kihelyezett állomásokon hosszabb regisztrálás végezhető.

A felsorolt analóg regisztrációs rendszerek mellett továbbra is rutinszerűen üzemel az Obszervatórium digitális variációs állomása, lyukszalagos adatrögzítéssel.

Az abszolút mérések pontosságának növelését szolgálja az év közepén felállított ELSEC típusú proton-precessziós magnetométer. A berendezés az F és – kompenzációs elven – a H, Z komponensek mérésére alkalmas. A totális komponens (F) perces mintavételezéssel tartósan regisztrálható;

* Aczél E., Csapó G., Hegymegi L., Lomniczi T., Márton P-né., Pollhammer M-né., Reményi Gy., Szabó Z., Tóth P., Varga P.

a regisztrálás számjegykijelzésű hőnyomtatóval, kompenzográfval és digitális kazettás egységgel történik. Az év során Tihanyban, a Hurbanovói Observatórium és a moszkvai IZMIRAN különböző típusú protonműszereivel összemérve, ± 1 nT pontosságú termeghatározások adódtak.

Megkezdődött a földmágneses térkomponensek idősorainak teljes számítógépes feldolgozása. A regisztrált térértékek mágnesszalagon elhelyezett adatbankba kerülnek, ahonnan a lemezmemórián tárolt alprogramokkal hívhatók a kívánt szegmensek rutin jellegű (pl. évkönyv készítés), vagy speciális felhasználói igényeknek megfelelő analízis céljából.

A magnetoszféra kutatásban folytatódtak a rendszeres óránkénti kétperces, valamint az IK-18 mesterséges hold fedélzeti méréseivel egyidőben folyó whistler regisztrálások, a mérések statisztikus és analitikus feldolgozása. A feldolgozás hatékonyságának növelése érdekében a szonogramok kiolvasását digitalizálóval végeztük. A digitalizáló használata lehetővé teszi, hogy a korábbinál lényegesen nagyobb adatmennyiségből tudjuk az elektronsűrűség szelvényeket megszerkeszteni. A statisztikai adatokat a Tihanyi Observatórium évkönyvében publikáljuk.

1978-ban gravitációs *árapály* megfigyeléseket végeztünk Tihanyban, Pécsen és Sopronban. A KAPG 3.3. munkacsoport munkatervének megfelelően 1978 októberében Potsdamban állítottuk fel regisztráló graviméterünket. Az NDK-beli megfigyelések előreláthatólag 1979 második feléig tartanak.

Folytattuk a Földnek külső terhelések hatására létrejövő és a terhelési számok sorával leírható deformációinak vizsgálatát. Ezen vizsgálat eredményeként néhány természeti jelenségnek a Föld felszínét és gravitációs terét befolyásoló hatását számítottuk ki. Így például megvizsgáltuk, milyen hatással van a tenger szintjének hosszúperiódusú változása bolygónk felszínére. Megállapítottuk, hogy egy 10^6 km² nagyságú területre kiterjedő 10 cm amplitúdójú tengerszintváltozás a parton 1 mm szintváltozást eredményez és a tengertől 150–200 km-re eltávolodva ez a változás még mindig meghaladja a 0,7 mm-t. A légnyomásváltozások hatására létrejövő gravitációs változás (ha ez például egy $5^\circ \times 5^\circ$ gömbi négyzeten jelentkezik) $-0,27$ microgal/mbar, míg a Föld felszínének ingadozása 0,05 mm/mbar. A talajvíz szintjének ingadozásai szintén terhelésváltozással járnak. A megfigyelő kutak adatsorainak harmonikus analízise alapján megállapítottuk, hogy azok átlagos évi amplitúdóváltozása 70 cm, ami azt jelenti, hogy az így létrejövő terhelésingadozás következtében a felszínen 0,1–0,5 mm amplitúdójú, évi periódusú magassági változások jelentkeznek. A talajvízszint területi alakulásában egyik évről a másikra jelentős, 1–1,5 méteres változások vannak, amelyek szintén felszíni elmozdulások-

hoz vezethetnek. Végül megvizsgáltuk a víztárolók feltöltése, illetve azok szintjének változtatása következtében fellépő gravitációs- és szintváltozásokat. Ezeknek mértéke nagymértékben függ a vízfelület nagyságától és mélységétől. Számításaink eredményei a Kiskörei víztároló feltöltése esetében azt mutatják, hogy a part közelében (attól néhány kilométeres távolságban) 1–2 mm, míg a tárolótól 15–20 km-re 0,2–0,3 mm nagyságú vertikális elmozdulások adódnak. A gravitációs tér változásai 0,01 mgal nagyságrendűek a parttól 10 km-ig terjedő sávban.

Összefoglalásul megállapíthatjuk, hogy a vizsgált jelenségek által okozott gravitációs hatások, ill. szintváltozások műszereink jelenlegi pontossága mellett méréseinket észrevehető formában nem befolyásolják.

A KFH megbízásából 150 paleozoos kőzetminta *paleománeses vizsgálata* készült el a Bükk-, Szendrői- és Upponyi-hegységekből. A váltóáramú lemágnesezéssel nyert stabil mágnesezettségekből mintacsoporthozként meghatároztuk a mágnesezettség középirányát a jelenlegi tektonikai helyzetben (dőléskorrekció előtt) és a vízszintes rétegek esetére (dőléskorrekció után). Az adatokból hegységenként közepes deklinációt és inklinációt, majd mágneses pólushelyzeteket számítottunk.

A 64. ábrából kitűnik, hogy a Szendrői-hegység kőzeteiből kapott pólushelyzet dőléskorrekció előtt és után is az Afrikára ismert pólusvándorlási görbe folytatásaként fogható fel. A mágnesezettség döntően negatív polaritása megfelel a devonban uralkodó mágneses tér polaritásának.

A Bükk-hegységre dőléskorrekció után nyert pólus az afrikai pólusvándorlási görbe felső perm–alsó triász szakaszához hasonló eredményt adott.

Az Upponyi-hegység pólusa sem dőléskorrekció előtt, sem után jelenleg nem értelmezhető sem stabil európai, sem afrikai tektonikai rendszerben. Ezzel szemben a Szendrői-hegység és a Bükk-hegység pólusaiból ezeknek a hegységeknek a Dunántúli-középhegységhez hasonló mozgásokban való részvételére következtethetünk.

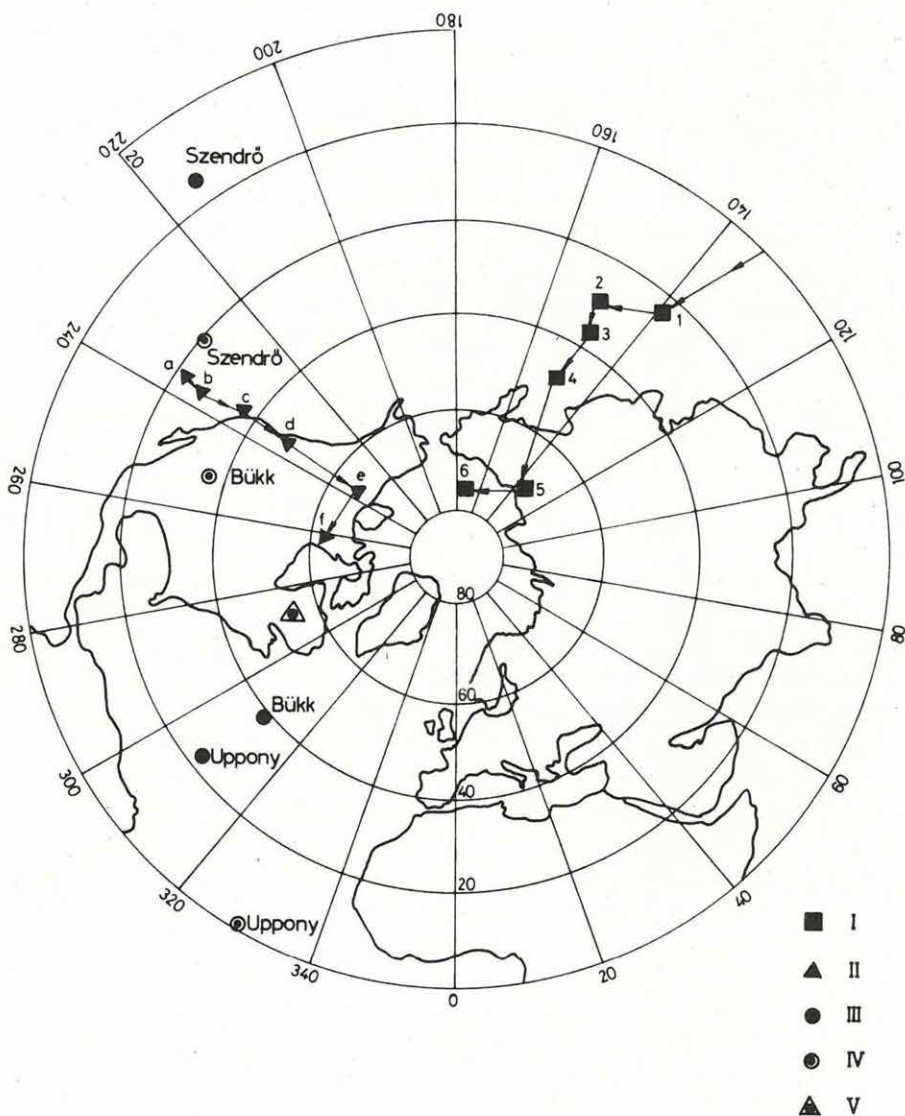
A Mórággyi rög területéről 6 mintavételi helyről (65. ábra) származó migmatitos eredetű, kőzettanilag heterogén granitoidok, valamint aplittellérek és bosztonit minták részletes termolemágnesezését végeztük el. A granitoidok különböző hőmérsékleti tartományokban elveszített mágnesezettségének elemzésével meghatároztuk a titanomagnetithez köthető mágnesezettség irányát, amely egységes, tekintet nélkül arra, hogy a 6 közül melyik mintavételi helyről származik:

$$\bar{D} = 188,1^\circ; \quad \bar{I} = 18,1^\circ; \quad K = 11; \quad \alpha_{95} = 8,1^\circ;$$

ahol K és α a középirány statisztikus jellemzői. Az ebből az irányból számított mágneses pólus a stabil európai pólusvándorlási görbe 280–300 millió, illetve a 1450 millió éves szakaszaihoz van közel. A karbon és

prekambriumi kor között – pusztán a paleomágneses meghatározás alapján – nem dönthetünk. A gránitaplitok, bosztonit feldolgozása és a gránitoidok kisebb hőmérsékleten felvett mágnesezettségének elemzése folyamatban van.

A Dunazug hegység geofizikai vizsgálata keretében elsősorban tufák, ill. tufitok paleomágneses vizsgálatára került sor. Minden olyan esetben, amikor a váltóáramú lemágnesezés eredménytelen volt, részletes termolemágnesezést is végeztünk. A két módszer kombinálásával a korábbi évekhez



képest több mintacsoportban sikerült a közetre jellemző mágnesezettséget meghatározunk. Mivel a feldolgozott tufák és tufitok mind negatív mágnesezettséget mutatnak, megállapíthatjuk, hogy nemcsak a szubvulkáni, hanem a szórt anyagú képződmények többsége is fordított mágneses térben keletkezett.

A *geodéziai gravimetria* témakörben csehszlovák–lengyel–magyar nemzetközi kooperációban újramértük az 1973-ban létesített „Kárpát poligont”. A mérésekben 8 Sharpe és 4 Worden graviméter vett részt. A mérések feldolgozása folyamatban van.

Az év folyamán sor került az abszolút g érték $\pm 14 \mu$ -gal négyzetes középhibával történő meghatározására a siklósi gravitációs főalapponton. A méréseket szovjet mérőcsoport végezte, a Szovjetunióban kifejlesztett a szabadesés elvén működő, hordozható lézergraviméterrel.

Az 1951–55 között létesített II. rendű gravitációs alappontok kb. kétharmad része az eltelt időkből megsemmisült. Az alaphálózat pótlására megkezdtuk védett környezetben (templomok, műemlékek közelében) betonpillérekkel állandósított gravitációs alappontok létrehozását.

A magyar geodéziai szolgálat a recens földkéregmozgás vizsgálatára az elsőrendű pontossági követelményeket is meghaladó megbízhatóságú szintezési hálózatot létesített. A függőleges földkéregmozgás vizsgálatának célja részben hazánk területén a függőleges földkéregmozgás számszerű értékeinek a meghatározása, részben – a kelet-európai szocialista ország-

64. ábra. A Szendrői-, Upponyi- és Bükk-hegységekre meghatározott földmágnes pólusok
I – Stabil Európa; II – Afrika; III – A vizsgált mintákból számított pólusok dőléskorrekció előtt; IV – A vizsgált mintákból számított pólusok dőléskorrekció után; V – Dunántúli-középhegység, jura
1 – szilur; 2 – devon; 3 – perm; 4 – triász; 5 – jura; 6 – kréta; a – f. karbon; b – a. perm; c – f. perm; d – a. triász; e – f. triász; f – jura

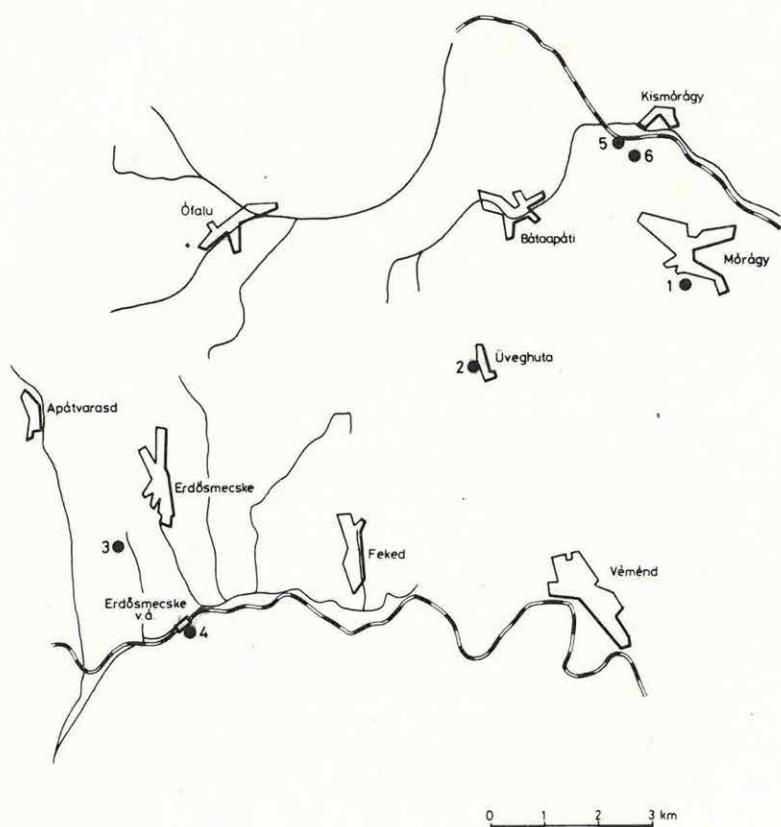
Fig. 64. Paleomagnetic poles determined for the Szendrő-, Uppony- and Bükk Mountains
I – Stable Europe, II – Africa, III – pole positions without dip correction, IV – pole positions after dip correction, V – Transdanubian Central Range (Jurassic)
1 – Silurian, 2 – Devonian, 3 – Permian, 4 – Triassic, 5 – Jurassic, 6 – Cretaceous
a – upper Carboniferous, b – lower Permian, c – upper Permian, d – lower Triassic, e – upper Triassic, f – Jurassic

Рис. 64. Геомагнитные полюсы, определенные для гор Сендрэ, Уппонь и Бюкк
I – Стабильная Европа; II – Африка; III – Полюсы, подсчитанные по проанализированным образцам, до ввода поправок за наклоны; IV – Полюсы, подсчитанные по проанализированным образцам, после ввода поправок за наклоны; V – Среднегорье Задунайской области, юра
1 – силур, 2 – девон, 3 – перм, 4 – триас, 5 – юра, 6 – мел
a – верхн. карбон, b – нижн. перм, c – верхн. перм, d – нижн. триас, e – верхн. триас, f – юра

gokkal együttműködve – a nagy kontinentális táblák vertikális mozgásának vizsgálata.

A kéregmozgási hálózat alappontjának magasságmeghatározásakor a szabatos szintezési munkák mellett nehézségi gyorsulás méréseket is végeztünk. A mérések célja kettős:

- a kéregmozgási alappontok normálmagasságának kiszámításához szükséges nehézségi gyorsulás értékek meghatározása;
- a mérési adatok gyűjtése a kéregmozgással és más földfizikai folyamatokkal kapcsolatos egyéb jelenségek (pl. a nehézségi erőter potenciálja szintfelületeinek alakjában, helyzetében, a nehézségi erő nagyságában bekövetkező változások) vizsgálatához.

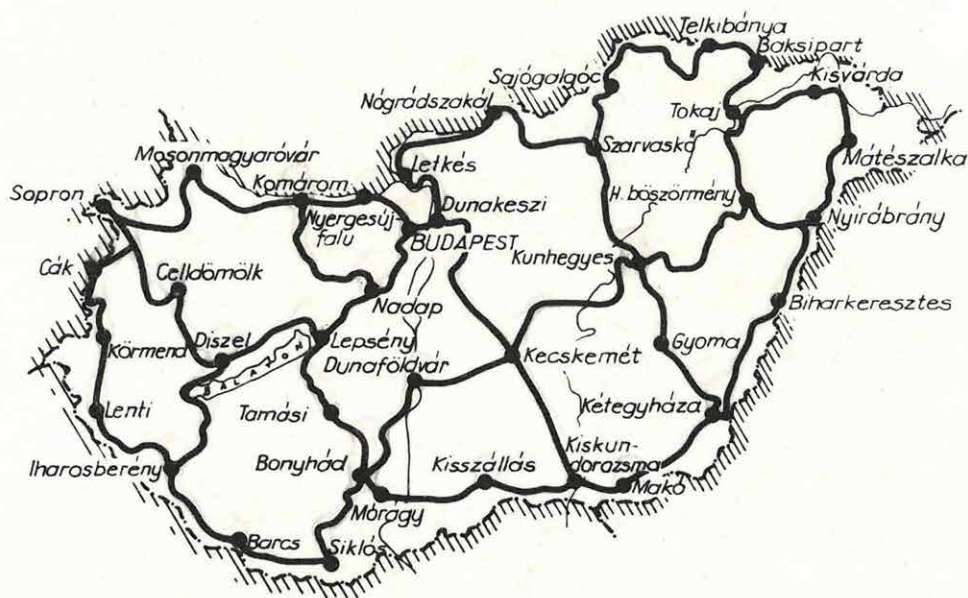


65. ábra. A Mórággyi rög (Mecsek hegység) paleomágneses mintavételi helyszínvázlata
Fig. 65. Location map of paleomagnetic sampling (Mecsek Mountains)

Рис. 65. План взятия образцов для палеомагнитных исследований, Морадьская глыба (горы Мечек)

A kéregmozgási szintezési hálózat vonalain (66. ábra) a nehézségi gyorsulás méréseket két Sharpe graviméterrel végeztük az 1973–1978 közötti időszakban. A mérési adatok feldolgozása áthúzódik 1979-re.

Grafikus információk, elsősorban fotoregisztrátumok és térkép jellegű információk számítógépes feldolgozásához kétdimenziós digitalizáló beren-



66. ábra. Kéregmozgási szintezési hálózat

Fig. 66. Levelling network for the investigation of recent crustal movements

Рис. 66. Сеть нивелировочных пунктов для определения движений земной коры

dezést építettünk (67. ábra). A berendezés 480×480 mm-es munkafelületen fekvő rajz tetszőleges pontjára helyezett kiolvasótekeres szátkeresztjének koordinátáit adja meg 0,1 mm-es egységekben. A készülékhez periferiáként szalaglyukasztó vagy digitális magnetofon csatlakoztatható. Ebben az esetben a kiolvasott koordinátákat a megjelenítés mellett az adathordozón is rögzíti.

Két üzemmód lehetséges: pontonkénti kiolvasás vagy automatikus folyamatos üzemmód. Folyamatos üzemmódnál a készülék gondoskodik arról, hogy felesleges adatok ne kerüljenek az adathordozóra. Ebben az üzemmódban beállítható az a rasztersűrűség-érték, amelynek az átlépésekor történik az adatrögzítés.

Az adatkimenet Fortran programok számára olvasható formátumot ad, és két beépített kód közül lehet választani.

Billentyűzetről lehetőség van nem koordináta jellegű külső adatok bevitelére. Ezen adatok szintén rákerülnek az adathordozóra és segítségükkel a feldolgozás egyszerűsíthető és meggyorsítható.



67. ábra Térképdigitáló berendezés

Fig. 67. Two dimensional digitizer

Рис. 67. Устройство для цифрового представления карт

FÜGGELÉK

A Könyvtár jelenlegi állománya 21 009 kötet és folyóirat, valamint 29 253 egyéb könyvtári egység. Állományunkat 1978-ban 525 könyvvel, 438 kötet (2192 db) folyóirattal, valamint 1173 dokumentációs kiadvánnyal és 350 műszerprospektussal gyarapítottuk. Nemzetközi kiadványcsere révén 529 kiadványt kaptunk és 58 országba 511 címre 660 kiadványt küldtünk. Folyóirattárunkat 5 féle új folyóirattal bővítettük.

Könyvtári szolgáltatásainkat az elmúlt évben 5181 olvasó/kölcsönző vette igénybe.

*

Nyomásra előkészítettük és megjelentettük az ELGI 1977. *Évi Jelentését*, valamint az *Annual Report 1977* (Gephysical Observatory, Tihany) kötetét.

Megjelentettük a *Geofizikai Közlemények 25. kötetét* és a *Bulletin of KAPG Working Group 3.3.* (Study of the Earth Tides, No 1) első számát.

ANNUAL REPORT OF THE HUNGARIAN
GEOPHYSICAL INSTITUTE
'ROLAND EÖTVÖS'
FOR 1978

1 GEOPHYSICAL PROSPECTING

Location of the field works of ELGI in 1978 is presented on Fig. 1.

The geophysical investigation of the *Transdanubian Central Range* continued according to the co-ordinated plans of coal and bauxite prospecting projects.

In *prospecting for brown coal* a definite sequence of drilling and geophysical exploration was established, as follows:

- from all geological-geophysical data available the Triassic basement contours are constructed;
- for each individual structural block a borehole is drilled;
- from borehole data, regarding stratigraphy and raw material, the geological interpretation of geophysical profiles are corrected;
- the boreholes of the second phase and further geophysical measurements are located according to the new interpretation.

In the eastern foreground of the Gerecse Mountains the contour map of the Triassic basement – according to the latest exploration data – are presented (Fig. 2. A). Fig. 2. B demonstrates the Bouguer anomaly map of the inner basin of Héreg and Tarján, while Fig. 2. C shows the residual anomaly map of the same area. Recognizing the main structural features of the area (elongated, NW–SE directed troughs) and localization conditions of the coal fields (at the southern end of each trough) the exploration of the next field was initiated by the residual anomaly map of Fig. 2. D, indicating minima along an E–W line. Borehole data later proved the validity of the assumptions. Fig. 3 shows profiles intersecting the troughs.

Reflection seismics in coal exploration means the possibility of tracing small scale faults. In Fig. 4 the processing steps of an experimental seismic reflection profile are presented: from top to bottom the stacking time section, the migrated time section and the migrated depth section. Detection of fault location and amplitude of dislocation correspond to the scale of 1:10,000.

From the field of *bauxite exploration* the case history of the Iharkút

area is presented (Fig. 5). Fig. 5. *a* shows the geological informations available at the time of the discovery of bauxite body N° 1. The regional geophysical exploration (VLF, potential mapping) resulted in the map of Fig. 5. *b* and in recommendations for drilling and further geophysics. On the map prospective areas are marked with green, while possible bauxite containing indentions by yellow. The drilling follow-up found several bauxite bodies and cleared some of the structural problems. The second phase of geophysical exploration had been carried out by methods of higher resolution power (UPM, seismic reflection). In the resulting map (Fig. 5. *c*) the bauxite bodies could be contoured (marked by yellow) and further prospective areas located (green). In phase 3 the VLF—IR method was used (see chapter 2.2) to delineate all bauxite bodies. Its result is shown in Fig. 5. *d*. The contour map of the Triassic carbonate surface, underlying the bauxite bodies is presented in Fig. 5. *e*, while in Fig. 5. *f* those anomalies are contoured, which indicated the bauxite containing indentions the first time.

The course of VLF—IR mapping is demonstrated by Fig. 6. Fig. 6. *a* shows the results of potential mapping in a 25 m grid. The conventional VLF mapping using the signals of one transmitter only gives distorted results. Fig. 6. *b* and *c* shows VLF maps using the signals of two different transmitters. The "invariant resistivity" map of Fig. 6. *d* delineates the trough fairly well. On Fig. 6. *e* the resistivity ellipses of fourth order are displayed. The sedimentary complex is homogeneous where the ellipses are nearly circles. By using additional VES, PM and borehole data the exact contour map of the Triassic basement and the boundaries of the bauxite body could be determined (Fig. 6. *f*).

On Fig. 7 the effectiveness of the geophysical measurements and their computer processing is demonstrated. Fig. 7. *a* represents the situation before the geophysical exploration. Fig. 7. *b* shows the contour map of the Triassic basement from geophysical data. Fig. 7. *c* presents the computer constructed contour map from the data of Fig. 7. *b* and additional borehole data. The method of map compiling from randomly distributed points is described in Chapter 2.2.

Computer programs like cross section plotting from stored borehole data (Fig. 8) and determination of the spatial position of boreholes (Fig. 9) were written to improve integrated interpretation.

Geophysical exploration of the central area of the *Börzsöny Mountains* — except for a few methodological measurements — was completed. A characteristic cross section of the central area is given on Fig. 10. Geophysical anomalies suggest, that at some places subvolcanic bodies displaced the original marine sediments even up to the present surface. This was proved by boreholes P-7 and P-18.

IP anomalies were formed along the boundary zones of the subvolcanic masses, evidently in connections with fractured zones. For the detailed exploration of these IP anomalies additional IP measurements were carried out along a rectangular grid. From the results apparent polarizability (η) and MFT maps were constructed (Figs. 11 and 12). On this latter map anomalies, originated from resistivity increase only, disappear. It is worth noting that boreholes show copper indications only on MFT anomalies.

To determine the origin of the magnetic anomalies, the SP, ΔZ and IP anomalies were combined on Fig. 13. If the ΔZ anomalies are in connection with magnetite, formed in the same paragenesis as the calcopyrite, they can be used as indicators of copper-mineralization. The question could be cleared by the proposed borehole F-1.

IP methodological works were also carried out in the Börzsöny Mountains. As conclusion it could be stated, that within the resolution power of the measurements and the given penetration depth, the rock masses could be characterized by decay curves of similar shape. Differences are in their amplitudes only.

In the framework of geophysical exploration of the *Darno structural zone*, ore exploration was carried out in the Mountains of Rudabánya. Results of regional and detailed IP profiling are given on Fig. 14. Most of the anomalies show strikes of NE-SW direction which matches to the structural directions of the mountains. On all three areas of higher IP anomalies carbonaceous shales can be found. It is supposed that the carbonized organic matter, mixed with disseminated pyrite, causes the anomalies.

Together with the IP measurements, resistivity profiling was carried out as well, to help geological mapping. For the exploration of deep level mineralization reflection seismic profiles were shot, partly with the Vibroseis technique. Location of Ra-1 depth section, coloured according to reflection amplitudes (Fig. 15), is given on Fig. 14. From all boreholes, marked on the section, only those two (Rb-465, Rb-387) indicated copper which were drilled above the deep fracture zone.

Location map of the three reflection profiles, presented as examples, is given on Fig. 16. On the migrated time section, ÉK-3a coloured according to reflection amplitudes (Fig. 17), an interpretation sketch of the deep structure of the Uppony Mountains is given. The contact zone of the Ózd basin and the Uppony Mountains is to be seen on time section Csá-1 (Fig. 18). From the character of reflections of the Tertiary sediments it can be concluded, that all significant tectonic events happened before the Tertiary sedimentation. The basement elevation in the time section Ma-1 (Fig. 19) was interpreted - in accordance with the residual

gravity anomaly trend – as the continuation of the Uppony Mountains, under sedimentary blanket.

The regional study of the tectonics of Transdanubia included two areas: 1. South of Lake Balaton, up to the Mecsek Mountains, and 2. the Transdanubian Central Range. In the first area magnetotelluric and telluric survey complemented the seismic profiles of former years, but the main method on both areas was still the seismic reflection (Fig. 20). Comparing the gravity Bouguer anomaly map with the telluric isoarea map (Fig. 21) masses of high density and low resistivity can be delineated. Such rocks already hit by boreholes in the south of Transdanubia proved to be of Carboniferous age. To compare seismic and magnetotelluric results, the depth and resistivity data of magnetotelluric soundings are marked on the seismic time sections (Fig. 22). Separation of sedimentary series was attempted by help of interval velocities and resistivities. In the area of the telluric minimum zone of Dombóvár–Kaposvár experimental TDEM and FDEM measurements were carried out. The results disaffirmed the interpretation of the previous year (Annual Report, 1977, Fig. 27). In Fig. 23 both interpretations are marked on seismic time section MK-6/78, which did not reach the centre of the telluric minimum. Because of the complicated geological situation the continuation of profile MK-6 is required.

Profile MK-2É/78 (Fig. 24) was shot in the northern foreground of the Mecsek Mountains. It shows structural elements unknown up till now. Profile MK-3/77 was shot in 1977 in the Transdanubian Central Range. Recording went till 10 s, but processing till 3.5 s only. In 1978 the processing of the 4–10 s time interval was completed. The portion, presented on Fig. 25 draws attention to several points of interest. To trace the areal distribution of the reflections of 2.0–2.4 s of MK-3/77, profile DK-1/78 was shot. Processing went till 10 s (Fig. 26). Because of unfavourable surface conditions the quality of the time section does not reach that of the 1977 profile. The reflection of 2.0–2.4 of MK-3/77 appears around 1.5 s.

For the investigation of the deep structure of the Mecsek Mountains the 4–10 s time interval of profile Gö-5 of 1977 (Annual Report, 1977, Fig. 40) was processed (Fig. 27). Beside the Mohorovičić discontinuity having outstanding energy (M_1 , M_2), other features, like the separation of blocks by differing seismic characteristics (A, B, C) are worth mentioning.

From the projects of water- and engineering geophysics of 1978, two topics of remarkable methodological innovation are briefly discussed.

To solve the water supply problems of south-east Hungary the alluvial cone of the river Maros has been investigated. The geoelectric methods were dominant. The vertical electric soundings detected a series of layers

of 20–40 ohmm resistivity below the heterogenous surface layers of a few m thickness. Some parts of these series – because of the higher ratio of the porous beds – are most favorable for water production (Fig. 28). The IP measurements proved that the polarizability of layers of similar resistivity can differ considerably (Fig. 29). It is assumed that the higher polarizability is in connection with the increased permeability.

The experimental FDEM measurements proved to be successful in the investigations of high resistivity layers, lenticular sedimentation and pinching out (Fig. 30).

From the field of engineering geophysics the measurements of the planned damsite of Dunakiliti is briefly reviewed (Fig. 31). For the investigation of the topmost 5–25 m, the following methods were used: resistivity profiling, vertical electric sounding, engineering-geophysical sounding. The essence of the engineering-geophysical sounding – developed in ELGI – is as follows: with hydraulic equipment a probe, indicating the mechanical resistance, is pressed down to the medium. Afterwards other physical parameters can be determined by logging inside the boring rod. The diameter of the resistance sensitive probe is 36 or 45 mm, at down pressing it does not change the natural conditions of the layers, thus the parameters can be regarded as in situ data.

The *geophysical survey of the great Hungarian Plane* stepped into a new phase by completing the Hajdúság area and starting two new projects. The location map of the reflection profiles of the Abony area can be seen on Fig. 32. A total of 247 km reflection profiles were shot, with the following parameters: geophone base spacing–50 m, offset–575 m, coverage– $12 \times 100\%$, length of linear geophone array–45 m, the arrays consisting of 32 GSC–11D geophones, recording instrument–SD–10/21. The migrated time section of reflection profile Ab–11/78 is presented as an example (Fig. 33).

On the Hortobágy area (location map Fig. 34) supplementary gravity measurements made it possible to construct a Bouguer anomaly map suitable for secondary processing. From the filtered maps the residual anomaly map with parameters $s=250$ m, $\kappa=3$ is presented on Fig. 35. The magnetotelluric soundings were located along regional profile A–14. Measurements were carried out by digital recording instrument DEF–1, in the frequency range of 20–0.004 Hz. The results and their geological interpretation are presented on Fig. 36.

Reflection profiles were recorded by the VIBROSEIS system, partly because of the national park regulations, partly because of the strong ground roll, hindering conventional seismic work. From the total of 122 km profiles 31 km were recorded by $24 \times 100\%$ coverage, 91 km by 12 fold coverage. Data processing is in progress.

For the investigation of the structure of the *Mecsek Mountains* seismic profiling is continuously carried out since 1976. The location map of the 1978 profiles is presented on Fig. 37. As an example for the refraction profiles cross section OaR-4 is shown on Fig. 38. The horizon of velocity 5,400–6,300 m/s can be identified as the surface of the middle Triassic and old Paleozoic sediments, which represents the bedrock of the coal seam.

Time section Or-7/78 (Fig. 39) is presented as an example for the reflection profiles. The data of borehole O-3 were used to identify the overlying (J_1s_2) and underlying (T_2) layers of the coal seam. The coal seam is pinching out towards the end of the profile.

A seismic profile shot in connection with the telluric-magnetotelluric survey of the north western foreground of the *Mecsek Mountains* is presented on Fig. 40. For the geological interpretation of the cross section – in lack of borehole data – interval velocities, discordance horizons and the gravity and telluric anomalies were used.

2 METHODOLOGICAL AND INSTRUMENTAL RESEARCH

2.1 SEISMIC METHODOLOGICAL AND INSTRUMENTAL RESEARCH

The most important achievements of seismic methodological and instrumental research in 1977 were as follows:

1. the determination of certain local structural elements within the Earth's crust and upper mantle by means of multiple-coverage reflection measurements;
2. a new method has been developed for the prospecting of small scale structures of coal basins by the VIBROSEIS® system;
3. successful off shore measurements were carried out with the R-10 based real-time data acquisition and processing system. For land data an R-10 based preprocessing expedition centre was constructed;
4. the SD-10 - CFS-I data acquisition system was completed by preprocessing functions.

1. The first *crustal and upper mantle investigations* by multiple coverage seismic reflection profiles were carried out in the vicinity of Karcag-Püspökladány in 1972. The measurements performed in the first years have proved that by a properly selected measuring system one can get informations on the velocity and structural conditions of the crust and upper mantle. The digitally recorded reflected waves provided the longitudinal wave velocities down to about 100 km depths. Since 1976 we have studied the structural conditions of the lithosphere along profile KESZ-1 crossing a fault zone in the younger sediments (Fig. 41). Data for the sedimentary complex and the tertiary basin floor had been obtained from CH prospecting seismic measurements (cf. 1977 Annual Report, p. 54, Fig. 34, 35, 36). The profile was designed to investigate whether the phenomena referring to tectonic movements could be traced in the deeper parts of the crust and in the upper part of the upper mantle. We assume that the appearance of the tectonic elements in the different series of layers would provide a clue for the geological character of these layers. In case of favourable results, and by carrying out similar measurements in international cooperation for deep faults of different ages, there would be sufficient data to study the progress of these phenomena.

Records were made by the Hungarian made SD-10/21, 24 channel digital recording equipment. Geophone base distance was 200 m, the linear array consisted of 3 CB-205 type geophones of 5 Hz characteristic frequency, placed 40 m apart in an end-on spread system of 1200% coverage. As energy source charges of some 200-300 kg were used from 4-6, 30 m deep holes.

In data processing, in the static correction step the effect of the young (neogene) sedimentary series was also taken into account. After conventional stack two-dimensional filtering, weighted migration and, finally, time-variant filtering was performed.

The lithosphere-prospecting section is shown in two different time-variant filtered versions in Figs. 42 and 43. The time-variant transfer functions are shown in Fig. 44. The section shown in Fig. 42 had been processed by filter function N°I, i.e. the pass-band, lower than 5-10 Hz had only been applied for the time range below the crust. The section shown in Fig. 43 had been processed according to filter function N°II. Here our basic aim was to enhance the low frequency components already at the lower part of the crust.

Figure 42 reveals a clear-cut horizon at the depth of the Mohorovičić discontinuity; it gently dips towards the south from 8.3 sec to about a depth corresponding to 9.1 sec. This horizon has a relative maximum around the picket of 11 km while it reveals a fault-like phenomenon around the 14.3 km picket.

The upper part of the section shows the neogene basin floor dipping northward determined by the CH prospecting measurements. At some places (around the pickets -4.0, 12.3, 20 km) fault like phenomena can be seen. Here and there between the basin floor and the Mohorovičić discontinuity well-correlating reflections of 2-7 km length can be found, with points of discontinuity clustered along possible deep faults. Two such zones have been tentatively marked out. The position of the horizons on the two sides of the fault zone between pickets 8-12 km refers to an overthrust: the horizons to the north of the fault lie probably deeper than those south to the fault. According to this hypothesis the subsidence of the basin floor can be observed up to 6-7 sec.

On the southern part of the profile, below the Mohorovičić discontinuity down to approximately 15 sec, the arrivals can not be left unregarded. Around the 0 km picket a slightly northward rising tendency can be observed, around the 5-7 km pickets there is a clear-cut slope towards the north. The northern part of the profile shows a smoother picture. The "folded" southern part and the near horizontal northern part are in all probability separated by a fault zone, observable even in the Mohorovičić discontinuity. Although this fault could probably be followed even

above it, we have not indicated it in the figure because of the well-known disturbing side-effects occurring at the end of the seismic profiles. We hope this question will have been cleared up by continuing the profile towards the north in 1979.

Around 15.8 sec the character of the section abruptly changes. In this depth well-marked, nearly horizontal reflections can be seen, but a smaller disturbance can be observed near the fault. The different character of this depth range is in agreement with our previous findings from the Karcag region, where the decrease of interval velocities has been attributed to the asthenosphere.

On Fig. 43, the character of the Mohorovičić discontinuity is quite different from that on Fig. 42. Between pickets 7–13 km the time interval belonging to the high-energy surface is wider than in Fig. 42. Between the pickets 5–7 km, the continuity ceases to exist and the hypothetical deep fault can be traced even at the depth of the Mohorovičić discontinuity.

Although a more detailed interpretation of the results should be postponed until the completion of the northern part of the profile and the final processing of the velocity analyses, a few preliminary conclusions can already be drawn.

It has been demonstrated, that by reflection measurements interesting structural informations can be obtained both from the crust and the upper mantle. The best marked seismic horizon has been identified as the Mohorovičić discontinuity, which can be correlated through the almost 25 km long profile of Fig. 42. Another, strikingly good seismic horizon was interpreted as the upper boundary of the asthenosphere.

Two, relatively long correlating layers can be found in the crust: the upper one between 4.5–5 sec, the lower between 6–6.5 sec. The double-layered structure of the crust, with some definite (Conrad) discontinuity, has not been confirmed by the present cross section. Further processing, and velocity analyses are needed to clarify this problem.

The southwards-dipping fault-lines can be interpreted as structural elements due to compressional effects. The upper part of the upper mantle has reacted flexibly to this stress, this is how the folded elements on the southern side of the fault around 10–15 sec could have been originated. It is very likely that the crust behaved more rigidly, accordingly the stress resulted in an overthrust. It can be assumed that the fault between the pickets (–2)–(+2) km is of similar character, i.e. the southern flank is situated deeper.

The most interesting phenomena on the section are the two high-energy horizons, interpreted as the bottom of the crust and that of the lithosphere,

respectively. The Mohorovičić discontinuity of Fig. 42. agrees very well with the above-described picture, while the Mohorovičić as revealed by Fig. 43 needs further study. It is expected, that the final results would give us new informations about the character of the Mohorovičić discontinuity.

From the change of the seismic character below 15 sec, and from the velocity decrease obtained from previous velocity studies we assume the presence of a layer of the upper mantle of significantly lower rigidity and elasticity. The results are in accordance with the hypothesis that the asthenosphere exerts less resistance against stress effects than the lithosphere, that is why it is more difficult to trace them in the asthenosphere.

2. In the *exploration of coal and bauxite basins* it has become necessary – due to geological, drilling technological and economical reasons – to apply the VIBROSEIS® technique.

Its application was retarded because of methodological problems, namely the noise (first arrival) filtering by spread parameters. By increasing the vibrator–geophone distance the apparent velocities of the shallow reflections rapidly decrease, tending asymptotically to that of the first arrivals. This implies that at a given distance from the vibrators the geophone groups filter out the shallow reflections, together with the first arrivals.

Two approaches have been found to eliminate these obstacles: to apply sweeps of a narrower frequency band, or to use smaller spread lengths. The first approach had been tried already in 1977, and then ruled out as unsuccessful, since the narrowing of the sweep frequency range resulted in a drastic deterioration of the signal-to-noise ratio. As for the second approach, the greatest difficulty is the noise of the vibrators themselves. Due to this the vibrators cannot be placed nearer than 120–150 m off the spread. As no other solution exists, we tried to use a special transversal spread system, shown in Fig. 45, to eliminate vibrator noise. Since geophone base distance was kept at 15 m, the vibrator–geophone distance varied between 200–270 m.

The results have justified the expectations. As an example, Fig. 46 shows a low-frequency (20–40 Hz) filtered version of the experimental profile Zsér-5/78. Since the geological interpretation of the profile has not yet been completed, only a sketch is given by marking out the faults. It seems to us that the profile, even without an exact geological interpretation reveals quite well the shallow structure thus proving the correctness of the applied method.

3. Within a Soviet–Hungarian scientific-technical cooperation, coordinated by the COMECON INTERMORGEО centre, successful *off-shore seismic measurements* were carried out by the *real-time data acquisition*

and processing system based on the VIDEOTON's R-10 minicomputer. By this measurements the routine application of the equipment has been started. Further details and results will be described in joint publications with the cooperating Soviet partners.

Another cooperation project with the soviet party has led to the development of an *on-shore preprocessing centre*, also based on the R-10 computer. As a matter of fact, this centre has been developped by appropriately extending the off-shore system to meet the special requirements of the land seismic surveys. Block diagram of this system is shown in Fig. 47.

The system consists of the following components:

- CPU (of 4 k words + max. 7×4 k words extension);
- fix-head disc controller;
- punched-tape reader (FS 1500);
- tape puncher (DT 105);
- consol display;
- wired multiplier (divisor);
- floating-point arithmetics;
- printer (with Latin/Cyrillic alphabet);
- real-time clock;
- soft-ware IT card;
- card-reader;
- on-line seismic plotter;
- 8-channel DMA;
- special processor;
- 2 magnetic tape unit controllers via DMA (for max. 4 magnetic tape units);
- 2 disc controllers via DMA (for max. 4 shockproof fixhead discs);
- off-line planar plotter and controller.

As compared with the off-shore system, the following extensions have been incorporated:

on the DMA channel: 2 magnetic tape controllers,
2 disc controllers;

On the minibus of the R-10: consol display;
card reader.

The main purpose of the two magnetic tape controllers and the two disc controllers on the DMA channel has been to enable rapid data transfer from tape to tape, and from disc to disc. By a further development of the DMA disc controller we succeeded to solve the hardware demultiplexing of different kinds of seismic field materials up to a channel

number of 128. After hardware demultiplexing the disc memory will contain trace sequential seismic data in single or double-word organization, for further processing or display. This solution is also suited to a fast demultiplexing of different kinds of field tapes (SD-10, SD-12, SSC-3, DFS-III, DFS-IV).

The above-described preprocessing centre, completed by a data acquisition equipment, can be used in the following modes of operation:

a) *Complete on-line system*

Multiplex seismic data are directly fed into the computer's core memory from the periphery like data acquisition system. The continuous data flow gets into the disc after hardware demultiplexing, in trace sequential format. The data acquisition cycle having been finished, data are written on the magnetic tapes in an appropriate trace sequential format. Simultaneously to recording the preprocessing steps are carried out and the results will then be displayed on the on-line plotter during the next data acquisition phase.

b) *Parallel on-line system*

Data are simultaneously written to the magnetic tape (in multiplex format), and into the core memory of the computer, for preprocessing purposes. Results of preprocessing are displayed simultaneously with data acquisition.

c) *Off-line system*

Data acquisition and display are made separately, at different times. Data, transcribed onto the magnetic tape, are displayed on the on-line, or off-line plotter after computer processing.

In 1977-78 we have finished the basic software for the R-10 based expedition centre. This can be considered as the basis of further program development for this system.

It is planned that the preprocessing system will be introduced into industrial use in the Soviet Union at various geophysical organizations in 1979.

4. As it has already been mentioned in the ELGT's Annual Report for 1976, we had developed a data acquisition system for VIBROSEIS measurements based on the combination of the SD-10 and the CFS-I. The system has proved its usefulness in the solution of different geo-

logical tasks. The control of field measurements, and optimalization of network location necessitate the immediate processing of data which can not be done in a faraway processing centre.

The CFS - I system - with the exception of the peripheries belonging to the data acquisition equipment - is a general purpose computer which is by no means fully exploited during field measurements. If we complete the basic system by certain peripheries (2 magnetic tape units, plotter), we can use it as a field-based preprocessing centre.

The input of the necessary control parameters (as e.g. static corrections) is solved by an INPUT/OUTPUT periphery consisting of two ASR-700 cassette units, for the data transfer of higher volume and rate (plotter and magnetic tapes) the DMA channel is used.

In 1978 we interfaced our COROLLPRESS plotter, and a second magnetic tape unit, to the CFS-equipment (see Fig. 48). Depending on the software, the completed system can be used for data acquisition, preprocessing or plotting.

2.2 GEOELECTRIC METHODOLOGICAL AND INSTRUMENTAL RESEARCH

Most important results of methodological and instrumental development in 1978 on *induced polarization* are as follows:

1. *IP measurements on cores*

Comissioned by ELGI the Chair of Geophysics at the Technical University of Heavy Industry (Miskolc) has designed a laboratory instrument and methodology for IP measurements. Measured data have been interpreted in two ways: by determining apparent dynamic polarizability ($\tilde{\eta}_{tk}$), calculation of which had been established at the NPO Geophysics (Leningrad), and dynamic parameters (w_i ; τ_i) by a method developed in ELGI.

Measurements were carried out on cores taken from borehole P-18 in the Börzsöny Mountains. In Fig. 49. *a* results of measurements on a fine grained andesite core taken from 175.5 m depth are presented. The rock is intervened by pyrite veinlets with 3-4 joints for each meter veneered by pyrite and small amount of calcopyrite. Both the amplitudes of exponential approximation (w_i) and the value of apparent dynamic polarizability ($\tilde{\eta}_{tk}$) are low. Similar results were obtained on all cores with poor disseminated mineralization. The core taken from 100.8 m depth is andesite breccia, in which joints dipping at 30 to 40° are covered by scaly pyrite with a small amount of calcopyrite. Both the amplitudes and the values of apparent dynamic polarizability are higher by nearly one order of magnitude and the latter reveal a well defined maximum around 2 s (Fig. 49. *b*). The andesite core from 1184.6 m contains steeply dipping pyrite veins. As it can be seen in Fig. 49. *c* the values of w_i and $\tilde{\eta}_{tk}$ are very high and the apparent dynamic polarizability has a maximum about 25 s.

On all three plots the 5 values of η_{tk} , corresponding to the sampling times of DIAPIR-4005 are indicated. These values were calculated from exponential members approximating most closely the measured η_{tk} series, while the member with a very small time constant describing the

self process of the recorder was omitted. The amplitudes (w^D) and time constants (τ^D) of the two-component approximation were determined by processing the calculated data, which can be computed from the DIAPIR-4005 measurements as well.

Apart from these data Table I. contains the sum ($\sum w_i$) of amplitudes of the exponential approximation describing the complete decay curve.

I. Table

	100.8 m	174.7 m	1184.6 m
w_1^D (%)	37.0	3.17	85.8
w_2^D (%)	12.1	1.31	9.0
w_1^D/w_2^D	3.1	2.41	9.6
τ_1^D (s)	4.4	3.8	12.8
τ_2^D (s)	0.26	0.35	0.23
$\sum w^D$ (%)	49.1	4.48	94.8
$\sum w_i$ (%)	48.7	4.39	94.6

Most important conclusions of the core measurements:

- Soviet and Hungarian interpretation techniques yield nearly identical information,
- the IP parameters show a well defined anisotropy, maximum value is obtained for inducing current flowing parallel to the plane of mineralization,
- analysis of dynamic polarizability – in accordance with experiences of NPO Geophysics – reveals differences in the texture of mineralization. Growing sulphide content increases the amplitudes only, while the texture affects the shape of the $\tilde{\eta}_{lk}$ curve too,
- the same conclusions can be drawn from parameters determined from DIAPIR measurements (see Table I.),
- the magnitude of the secondary signal at the moment of switching off the inducing current ($\sum w$) can be determined with the necessary accuracy even from the short, 2 s measurements.

These conclusions coincide partly with those of the field works of former years (Annual Report, 1977). A new result is the recognition that the magnitude of IP anomalies may be affected not only by sulphide content, but by the texture of mineralization and anisotropy too. Field and laboratory measurements now do prove in unison, that the texture of mineralization can be recognized by apparent dynamic parameters, as determined from the initial part of the attenuation curve.

2. Brief description of the DIAPIR-E apparatus

The DIAPIR-E digital, D.C. automatized apparatus (Fig. 50), designed and built in 1978, is suitable for the measurement of resistivity (i.e. primary voltage appearing on the measuring electrodes) and three different IP parameters. In addition to the value of apparent resistivity it indicates the value of polarizability belonging to 0.25 s (P_a) or the chargeability values belonging to 0.775 and 5.325 s (duration of integration for the latter is 0.65 s), in digital form.

Measurement of the IP decay curve is started either by a signal arriving from the electrodes MN or by a synchronous signal derived from the AB circuit. In this latter case the recording unit receives the current reference signal, required for determining resistivity, also from the AB circuit. PS compensation is made completely automatically by a two-stage compensator. Input gain can be changed in steps of 10 db between 1 and 1,000.

The DIAPIR-E apparatus excels by operation simplicity and small weight (6.5 kp), thus it is used mainly in reconnaissance survey and network measurements, where several profiles can be measured with one single feeding dipole and 3-4 measuring instruments in simultaneous operation.

3. Apparatus type GP-1/77

Numerous field experiments lead to the final form of the one-channel experimental model of the sulphide ore prospecting apparatus, characterized by high sensitivity and deep penetration. It records both primary and secondary signals with high accuracy. For the sampling generator there are two modes of operation: sampling with linearly even spacing

$$t_k = kt_0 2^{(n-1)},$$

where $t_0 = 25.6$ ms,

and $1 \leq n \leq 9$;

and sampling with logarithmically even spacing

$$t_{ki} = t_0 2^{(k-1)} (1 + 0.1i),$$

where $t_0 = 16$ ms,

$$1 \leq k \leq 17$$

and $0 \leq i \leq 9$.

The number of samples can be set between 10 and 100. Maximum length of the recording interval at linear sampling is 6,547 s, at logarithmic sampling 1,992.29 s. The value of the primary signal at the moment of switching on (U_T) as well as the remanent potential remaining at the end of the recording interval ($U_{t_{kr}}$) are automatically compensated. Gain control is made also automatically in six binary stages

$$\varepsilon_k = \varepsilon_0 2^{(k-1)};$$

where ε_0 is the gain of the input amplifier

and $1 \leq k \leq 7$.

Operation of the apparatus is continuously checked on a numerical display. Data may be recorded either on 1/4" cassette or on punch tape, in GOST or ASCII codes.

Digital recording permits to increase the number of channels and to perform data processing on site.

4. Processing of IP decay curves

Data of GP-1/77 apparatus are processed by an HP-9815A Mode calculator. Most important parts of the program are as follows:

a) To improve signal to noise ratio repeated measurements are always required. The eventual zero-line shifts of signals of opposite polarity, and the very slowly changing components are eliminated by digital filtering. Together with computing the mean value the standard deviation is also determined. Recordings deviating from the average to an extent exceeding the standard deviation are omitted. The average of the remaining values does not contain either slowly changing or pulse-like noises anymore.

b) Starting from the last sampling, equidistant values are selected from the corrected data, to form ratios of adjacent values. From these ratios the interval containing only the component with the largest time constant is selected in an interactive way. From data of this interval the parameters w_1 and τ_1 are determined.

c) The component calculated from (w_1 ; τ_1) is subtracted from each corrected value and the parameters (w_2 ; τ_2) are determined from the remainders as described above. This is repeated as long as the remainders are greater than the noises.

d) Then deviations between the corrected data and the exponential approximation are determined and the deviation curve plotted (if needed).

Such a deviation curve is presented in Fig. 51. In most cases the deviations do not reach as much as 0.5 per cent of the corrected values. The standard deviation, as defined from repeated measurements, has the same order of magnitude, thus the exponential approximation can be regarded as fairly good.

The deviation curve offers an opportunity to further improve the approximation. If a systematic deviation manifests itself in a longer time interval, then by slightly changing the values (w_i ; τ_i) the systematic character of deviations can mostly be eliminated.

From our survey results in the Börzsöny Mountains the diagram of dynamic parameters determined from the decay curve, recorded with two different charging times is presented in Fig. 52. Increasing charging time (T) enables the determination of components with longer time constants. The rise of the two (w , τ) curves, i.e. their amplitude ratios are nearly identical. This means that dynamic parameters obtained by shorter charging time may also be used for classification of IP decay curves.

Frequency domain EM sounding

Experiments on the method are in progress since 1976. Various zones of the transmitting dipole have been investigated by measuring horizontal electric and vertical magnetic components of the field of a grounded electric dipole (Fig. 53). It can be shown theoretically, that for a given cycle (T) in the case of a medium of resistivity ρ , only geometrical sounding is possible as far from the transmitter as the distance R is smaller than one twentieth of the wavelength (λ) (near zone), i.e. various penetrations can be achieved by changing the geometry of the electrode array. For greater distances (transition zone), or rather when transmitter-receiver dipole spacing surpasses the wavelength (wave zone or long offset) frequency sounding can be conducted due to the skin-effect.

Points of the resistivity curves (ρ_E) v. frequency can be obtained by the following formula:

$$P_E(f) = K_E \cdot \frac{\Delta U(f)}{I(f)} \quad K_E = \frac{\pi \cdot R^3}{AB \cdot \overline{MN}}$$

where K_E is a constant depending on geometry,

$\Delta U(f)$ —signal measured on electrodes MN ,

$I(f)$ —amplitude of current fed into the ground.

Sounding curves could be interpreted by the traditional sets of master curves, but such charts are not available. Thus a quantitative-qualitative interpretation method has been established, its essence being that the parameters of frequency sounding curves are obtained through auxiliary curves $[S(H), T(H)]$:

$$S(H) = H/\varrho_E; \quad \varrho_S(H) = \frac{\varrho_E}{1 - \frac{d \log \varrho_E}{d \log H}};$$

$$T(H) = H\varrho_E; \quad \varrho_T(H) = \varrho_E \left(1 + \frac{d \log \varrho_E}{d \log H} \right);$$

$$H = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{10^7 \varrho_E}{f}}$$

where H — effective depth,

$S(H)$ — total conductance,

$T(H)$ — transverse resistance,

$\left. \begin{array}{l} \varrho_S(H) \\ \varrho_T(H) \end{array} \right\}$ — differential resistivities obtained from the derivatives of S and T , respectively.

To carry out the calculations and to plot the curves a program package has been compiled for HP-9815 calculator.

For noise analysis recordings were carried out on several sites in Hungary, within the frequency range of 1.5 Hz–150 kHz. Noise sources can be natural (magnetotelluric variation) and artificial (50 cps and its upper harmonics, VLF and other radio transmitters). As to the prospective spectrum of electric noises (for apparent resistivity around 20 ohmm) the results of noise measurements at Pecöl (1976) are presented on Fig. 54. It can be seen that with 200–500 $\mu\text{V}/\text{km}$ amplitude signals and narrow band filters frequency sounding can be conducted up to about 10 kHz (except for the immediate surrounding of 50 cps and its upper harmonics), and between 25–50 kHz.

Shallow FDEM measurements were made with the Soviet made equipment type NChZ-73 within the frequency range of 70 Hz to 10 kHz continuously, and using an equipment of our own fabrication within the frequency range of 20 Hz to 20 kHz at 40 discrete frequencies. Deep penetration measurements were carried out by generator station, type ERS-67 and digital five-channel recorder, DEF-1 within the frequency range of 0.02 Hz to 20 Hz at 21 discrete frequencies.

Shallow and deep penetration measurements were carried out in various areas of Hungary along 15 profiles, in the transition or wave zones, generally with dipole equatorial electrode array.

One sounding curve and the procedure of interpretation can be followed in Fig. 55. A completely interpreted profile of frequency sounding is presented in Chapter 1.5 (Fig. 30).

Electromagnetic measurements

Methodological experiments with the equipment Model SE-77 of the Canadian Scintrex Co. began in 1977 to introduce the TURAM electromagnetic mapping into the exploration of bauxites in Hungary. The exploration task was to map the morphology of the high resistivity basement covered by conducting sediments and to reveal smaller depressions, karstic funnels within the basement. A special problem is caused by the fact that the expected anomalies for such a geological model are significantly lower, than in traditional ore exploration tasks. Furthermore, due to the presence of conducting covering beds, the use of the well-known free-air correction is no more enough.

It has been established that mutual inductivity of the two measuring coils and the dependence of TURAM quantities on field intensity are the two factors adversely influencing survey results. The ELGI's team succeeded in creating measuring techniques and correction methods restricting errors within the prescribed limits over the whole area of mapping. An algorithm was developed for the calculation of the theoretical magnetic field, induced by a rectangular loop of finite dimensions, located at the surface of a conductive semi-space. Deviations from this standard field can be defined as electromagnetic anomalies. The processing method enables to determine the resistivity of the standardizing model solely from TURAM measurements. Results of field measurements are corrected and plotted as contour map by a ruggedized Model HP-9815A calculator in the field.

Measurements carried out on several frequencies render possible to determine whether the anomalies are due to near-surface inhomogeneities or changes in the depth of basement. The number of frequencies must be substantially increased in order to use this method effectively for a wider range of basement depths and resistivities of covering layers.

Applicability of the method has been directly proved by experimental measurements for parameter $\mu = \sqrt{\frac{f}{\rho}} > 5$ (where f is the frequency and ρ the resistivity of the covering layer) and basement depth $h \leq 200$ m.

Results of experiments over bauxite lense N° 1 of Bakonyoszlop are presented as example (Fig. 56). On the anomaly map of field strenght ratio (FSR) the contour lines of the depth to high resistivity dolomite basement as plotted from borehole data are also indicated. Thus correlation between basement depressions and anomaly magnitudes can be directly checked. D.C. potential mapping (PM) was also carried out in the southern part of the area. The results of PM and the FSR values of SE-77 measurements are compared along cross section A-A'. Although the depression of the basement is indicated by the PM section, the FSR values contour the edge of the graben more accurately.

VLF invariant resistivity method

The VLF invariant resistivity method (VLF-IR) is used to locate near-surface bauxite bodies. This method is an improved variety of the VLF mapping.

It is a disadvantage of the traditional VLF mapping that the angle between the direction of the distant VLF transmitter and the strike of the geological structure affects the anomaly. By eliminating this dependence on orientation, the VLF-IR method offers high resolution power for detailed measurements.

Using the formal similarity of the VLF electromagnetic wave theory to that of the magnetotellurics, the tensor of apparent resistivity can be defined on the model of the tensor of magnetotelluric impedance.

The instrument VLF EM-16R measures the apparent resistivity ϱ_{xy} corresponding to the impedance Z_{xy} and its phase angle (φ). For these quantities the following relationship holds:

$$\varrho_{xy}(\alpha)e^{-i\varphi} = 0.2 T \left| \frac{\vec{E}_x}{\vec{H}_y} \right|^2 e^{-i \text{Arg} \frac{\vec{E}_x}{\vec{H}_y}} \quad (1)$$

where T — cycle time of the VLF electromagnetic wave,

α — angle between transmitter and profile directions

\vec{E}_x — electric field intensity vector perpendicular to transmitter direction,

\vec{H}_y — magnetic field intensity vector perpendicular to transmitter direction.

The apparent resistivity ϱ_{xy} is a function of the azimuth α . In magnetotellurics the time variation of the electromagnetic field (its revolution) is used to plot the polar diagram of the impedance Z_{xy} . In the VLF-IR method the fields of three VLF transmitters, radiating from different directions, are measured and the apparent resistivity $\varrho_{xy}(\alpha)$ calculated for any direction α . Thus the polar diagram can be constructed.

On the basis of Berdichevskiy's relationship the following expression can be written:

$$\varrho_{xy}(\alpha)e^{-i\varphi} = \bar{\varrho}_{xy} \sin^2 \alpha + \bar{\varrho}_{yx} \cos^2 \alpha + (\bar{\varrho}_{xx} - \bar{\varrho}_{yy}) \sin \alpha \cos \alpha. \quad (2)$$

where $\bar{\varrho}_{xy}$; $\bar{\varrho}_{yx}$; $\bar{\varrho}_{xx}$; $\bar{\varrho}_{yy}$ are elements of the apparent resistivity tensor.

The constants on the right side of equation (2) can be calculated from values $\varrho_{xy}(\alpha)$ and φ , measured from the three VLF transmitters.

A polar diagram $\varrho_{xy}(\alpha)$ can be plotted for each observation point with similar meaning as that of the magnetotelluric polar diagram Z_{xy} .

When the polar diagram is known, the *invariant* apparent resistivity can be *defined* as follows:

$$\varrho_{inv} = \sqrt{\frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} [\varrho(\alpha)]^2 d\alpha}. \quad (3)$$

The ϱ_{inv} values indicate false anomalies, due to wave polarization phenomena, only in a negligible way thus it reflects the real resistivity conditions.

The polar diagram and the invariant resistivity map are calculated and plotted by a HP-9815A calculator working in the field.

The VLF invariant resistivity method has been successfully used in a survey around Iharkút carried out with the purpose of locating the bauxite lenses (see Chapter 1.1, Fig. 6).

Automatic plotting of geological and geophysical maps

The algorithm for constructing contour maps from irregularly distributed data was elaborated in 1978.

Two substantial elements of the mathematical requirements should be emphasized:

- the surface to be plotted from values given at randomly scattered points should represent the estimated tendencies and location of extreme values of the geological structure, even when no observation point falls on maxima or minima;
- the surface must be stable against measurement errors, i.e. a smaller change in the value of a certain point may influence the surface in the proximity of this point and to a slight extent only.

The first requirement demands the fitting of superficies of second order, while the second one prescribes that such a fitting shall not be too strict, i.e. no accurate recovery of the measured values at the observation

points is required, but deviations are minimized by a weight function attenuating rapidly with distance.

Plotting of contour lines is made in two main steps. At first interpolation to the points of a rectangular grid is realized by solving the following minimum problem for each point of the network:

$$\sum_i \mu_i(r_i)(Z_i - F(\bar{P}, \bar{r}_i))^2 = \min$$

where $\mu_i(r_i)$ — weight function depending on distance;

Z_i — value given at the i th observation point;

$$F(\bar{P}, r_i) = a + bx_i + cy_i + dx_i y_i + ex_i^2 + fy_i^2$$

where x_i, y_i designate relative coordinates between the grid point and the observation point r_i (Fig. 57).

Solving the minimum problem for vector P consisting of coefficients a, b, c, d, e, f , the value interpolated to the grid point will become the constant a by substituting $x=y=0$.

The weight function $\mu_i(r_i)$ was chosen as follows (Fig. 58):

$$\mu_i(r_i) = \begin{cases} W_i \frac{1}{r_i^{2k}}; & \text{if } r_{\min} \leq r_i \leq r_{\max}, \\ 0; & \text{if } r_i > r_{\max}, \\ W_i \frac{1}{r_{\min}^{2k}}; & \text{if } r_i < r_{\min}, \end{cases}$$

W_i — is a weight, characterizing reliability of the individual values (input),

r_{\max} — distance, beyond which no points are taken into the computation for reducing computer time (input),

r_{\min} — distance preceding weight function overflow: within it the points have identical weights (input),

k — exponent controlling the decay of the weight function (empirically chosen as 2).

In the second step, plotting of contour lines from a rectangular grid is carried out by the conventional programs.

The program has been compiled for a MINSK-32 computer and according to experiences obtained so far it works satisfactorily if the density of points remains in the same order of magnitude over the whole area. The program was used to plot contour maps from borehole data, as in the example presented on Fig. 59. To make interpretation easier contour maps are also drawn in axonometric form.

Two-dimensional solutions were presented in ELGI's Annual Report for 1976. In 1978 it was proven that the method of integral equations derived from potential theory is suitable to calculate the effect of bodies of finite dimensions embedded in layered media in the three-dimensional space.

The principle of the method is as follows: it is assumed that for a basic model – which may be e.g. a homogenous or horizontally layered semi-space – the potential function $G(\bar{x}, \bar{y})$ is known for an arbitrary source position \bar{y} and for measuring point \bar{x} . Then the fundamental model is expanded by an element of finite extension. The potential of the new model is sought for as the superposition of the original and a secondary potential:

$$U(\bar{x}, \bar{y}) = G(\bar{x}, \bar{y}) + V(\bar{x}, \bar{y}). \quad (4)$$

The secondary potential V is induced by an (unknown) surface charge density:

$$V(\bar{x}, \bar{y}) = \int_S G(\bar{x}, \bar{\eta}) \varphi(\bar{\eta}, y) dS_{\eta}, \quad (5)$$

where S is the surface of the body.

In order to determine charge density φ the following notation shall be introduced:

$\nu(\xi)$ is the normal vector "looking outward" in a point ξ of the S surface,

further:

$$\left. \begin{array}{l} \frac{\partial^+ F(\xi, \bar{y})}{\partial \nu(\xi)} \\ \frac{\partial^- F(\xi, \bar{y})}{\partial \nu(\xi)} \end{array} \right\} - \text{limits, taken} \left\{ \begin{array}{l} \text{from outside} \\ \text{from inside} \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{at the place} \\ (\bar{x} \rightarrow \xi) \end{array}$$

of the derivative of $F(\bar{x}, \bar{y})$ according to $\nu(\xi)$,

$$\text{where } F = \begin{Bmatrix} G \\ V \\ U \end{Bmatrix}.$$

From the potential theory there are two relationships available for $V(x, y)$:

$$\begin{aligned} \frac{\partial^+ V(\xi, y)}{\partial \nu(\xi)} &= -\frac{1}{2} \varphi(\xi, \bar{y}) + \int_S \int \frac{\partial^+ G(\xi, \bar{\eta})}{\partial \nu(\xi)} \varphi(\bar{\eta}, \bar{y}) dS_{\eta}; \\ \frac{\partial^- V(\xi, y)}{\partial \nu(\xi)} &= +\frac{1}{2} \varphi(\xi, \bar{y}) + \int_S \int \frac{\partial^- G(\xi, \bar{\eta})}{\partial \nu(\xi)} \varphi(\bar{\eta}, \bar{y}) dS_{\eta}. \end{aligned}$$

In the condition imposed on the component of normal direction of the current passing over the surface – when the above two relationships are used – the following integral equation is obtained for the unknown density function:

$$\begin{aligned} \varphi(\bar{\xi}, \bar{y}) &= \int_s \int 2 \frac{\varrho^-(\xi) \frac{\partial^+ G(\bar{\xi}, \bar{\eta})}{\partial v(\xi)} - \varrho^+(\xi) \frac{\partial^- G(\bar{\xi}, \bar{\eta})}{\partial v(\xi)}}{\varrho^-(\xi) + \varrho^+(\xi)} \varphi(\bar{\eta}, y) dS_{\eta} = \\ &= 2 \frac{\varrho^-(\xi) \frac{\partial^+ G(\bar{\xi}, \bar{y})}{\partial v(\xi)} - \varrho^+(\xi) \frac{\partial^- G(\bar{\xi}, \bar{y})}{\partial v(\xi)}}{\varrho^-(\xi) + \varrho^+(\xi)}; \end{aligned} \quad (6)$$

where $\left\{ \begin{matrix} \varrho^-(\xi) \\ \varrho^+(\xi) \end{matrix} \right\} - \left\{ \begin{matrix} \text{inner} \\ \text{outer} \end{matrix} \right\}$ resistivity at point ξ of the surface.

It can be proved that the integral equation (6) is of Fredholm type of second order, thus it has an unambiguous solution. Assuming that φ has been determined from it, the new potential – i.e. its gradient – can be calculated by the formulae (4, 5).

In numerical application of the method the integrals are replaced by finite sums, whereas (6) transforms into a linear equation system.

Fig. 60 shows the picture of the theoretical potential field over a rectangular depression in a 2-layered medium. Introduction of results into the practical interpretation of geophysical measurements is a task for the next years.

2.3 WELL-LOGGING METHODOLOGICAL AND INSTRUMENTAL RESEARCH

In our *nuclear instrumentation* project two types of probes were developed for the investigation of hydrocarbon producing wells. Both can be operated by ELGI's previously developed KRF nuclear surface units. The type KRGNN-3-150-43sHY three-parameter nuclear sonde can be used for a simultaneous gamma ray and double-spaced neutron-neutron logging.

The type KRFD-1-150-43sY fluid-density logging sonde serves for the continuous recording of the density of the fluids in the wells by illuminating the fluid - flowing in through the perforated probe casing - between the soft gamma source and the detector. The disturbing borehole effect is reduced by the directivity of the source and by shielding the scintillation detector. The KRFD-1-150-43sY sonde can be connected to the KL-1-150-43Y collar locator probe (also made by ELGI) so that beside fluid density the location of the casing collars can be measured simultaneously.

The most important data concerning these new products are compiled in Table II.

For roentgen radiometric measurements the 36 mm diameter sonde of type KRGE-1-50-36X was developed. It can be used for the energy-selective measurement of low energy (3keV-35keV) gamma radiations, and for a quantitative-qualitative analysis of rocks. The probe is pressed against the wall by a bow spring, so - by applying an appropriately compensated, surface-controlled filter pair - it can be used also for shallow-depth logging in mines.

The electronics of the sonde (Fig. 61) consists of low-noise CMOS integrated circuits. The sonde is connected to the energy-selective surface equipment through a 4-core cable.

In connection with *nuclear methodological research* we carried out a laboratory study to compare the results of measurements performed by the KRGE-1-50-36X sonde and the NE-5017 portable X-ray radiometric equipment, on a series of pulverized samples of known 0-6% Cu concentration. The results have shown a fair agreement.

TABLE II.

	KRGNN-3-150-43sHY	KRFD-1-150-43sY
Temperature rating	(-5)-(+150°C)	(-5)-(+150°C)
Sonde head	provided with 36/3 socket according to COMECON standards	provided with 36/3 socket according to COMECON standards
Sonde diameter	43 mm	43 mm
Detectors:		
- gamma sensing device:	high sensitivity scintillation system	high sensitivity scintillation system
- neutron sensing device:	proportional tubes filled with ^3He gas	-
Applicable radiation source:	Am-Be or Pu-Be 10 ⁷ -10 ⁸ neutron/s 190-370 GBq (appr. 5-10 Ci)	170T _m 37GBq (1 Ci)
Source detector spacing:	300-400 and 600-700 mm, resp.	300 mm
Max. pressure resistance of sonde:	49 MPa (500 at)	49 MPa (500 at)
Measuring range:	-	0.85-1.3 g/cm ³
Measuring accuracy:	-	0.03 g/cm ³
Cable to be applied:	single-core armoured cable, or any two cores of a multi-core logging cable of $\leq 200 \Omega$ loop resistance and $\leq 0.75 \mu\text{F}$ capacity between the two cores	

In the Nagygyháza-Csordakút region we began measurements in bauxite and coal wells by the type KRGE-1-120-76s and KRGE-1-120-60s spectral sondes. From the natural radiating elements of the rocks the concentrations of potassium (1.37-1.55 MeV), uranium (1.58-1.95 MeV) and thorium (2.45-2.85 MeV) were studied in the corresponding energy ranges. The results showed a fair agreement with previous results on radioactive material distribution of the region.

Further experimental logs were measured in small-diameter mineral exploratory wells. The quantitative evaluation of these measurements was made by means of modelling diagrams. Most of these logs were measured at the Csordakút and at the Rudabánya exploration sites. The results of the experimental logs were checked by repeated measurements by other types of sondes (gamma-gamma, neutron-neutron). From logs recorded by the KRNG-2-130-36sH sonde neutron porosity was computed. By plotting the measured data on a porosity-frequency histogram the different formations can be easily separated. From logs made by the KRG-2-120-36s type sonde density values were determined. The

resulting density-frequency histogram gave a good differentiation of the formations too. From the density values – and from the known values of rock matrix densities for this region – porosity values were computed. From the two sets of results a density – neutron porosity plot was constructed which shows a clear-cut distinction between the different types of rocks.

The three-parameter KRGNN-3-150-85sHY nuclear sonde was applied for logging in deep sedimentary formations. It was found that, except for limestones and dolomites other kinds of logs have to be incorporated into the interpretation, to get reliable porosity values.

In connection with this topic the theoretical behaviour of neutron fields was studied by means of two-group neutron diffusion equations, for three-layered models.

The following two models were investigated, in both cases taking into account the radial variation in the media surrounding the borehole:

- a) the formations are filled with brine, there is fresh mud in the hole, invaded zone also fresh water saturated;
- b) formations filled with fresh water, salted mud (NaCl) in the hole, brine-saturated invaded zone.

Using limestone and quartz-sandstone rock matrices, the porosity changed between 0–40%. For the computations we used the group constants compiled in the 1977 Annual Report.

The values of the group fluxes Φ_1 and Φ_2 were investigated for the three-layered model [$\Phi_{1A}(0; z)$ and $\Phi_{2A}(0; z)$] and related to the flux values Φ_{1A}^∞ and Φ_{2A}^∞ belonging to the corresponding two-layer model:

$$Q_1 = \frac{\Phi_{1A}(0; z)}{\Phi_{1A}^\infty(0; z)} \quad \text{and} \quad Q_2 = \frac{\Phi_{2A}(0; z)}{\Phi_{2A}^\infty(0; z)}.$$

In the above formula the indices 1 and 2 refer to epithermal and thermal neutrons, respectively. According to our previous computations $Q_1=1$, for the invaded zone and the virgin layer differ in the thermal group constant L_2 only.

Results and conclusions can be summarized as follows:

- the ratio Q is greater than one if the invasion is brine and the virgin layer fresh-water containing, while Q is less than one for fresh water invasion and brine-saturated formations;
- the increase of the depth of invasion and of the hole diameter decreases the effect of the third layer;
- the maximum and minimum of the ratio Q belongs to the minimal borehole diameter and to the smallest invasion respectively. According to the investigations of the Department of Geophysics

of the Eötvös University in 1978, the maximum variation of the flux for a sandstone formation (e.g. borehole diameter 150 mm, invasion depth 10 cm) is about +6% and -15%, respectively (see Fig. 62);

- Q attains its maximum value in the porosity range of about 10–20%;
- the effect of the invaded zone is greater for sandstone formation than for limestones.

In the field of shallow-depth well-logging equipments a servo-controlled *direct recorder series* was developed using the "Analcont" unit of the GAMMA works. From among their favourable features, we should point out the step-motor paper drive system, and that they can be operated from an accumulator due to their extremely low power consumption.

The recorder type KRG-2101 serves for simpler purposes, it can record two logs simultaneously on a paper of 100 mm width. Depth marks can be generated by transmitting spikes to the channels.

The more sophisticated KRG-4101 registrator can record four logs at the same time, on two papers, both 100 mm wide. It is also possible to record two times two channels in different depth scales. This is very advantageous first of all in coal and ore exploration, since it reduces the number of logging operations.

The type KRG-4251 recorder plots four channels simultaneously on a 260 mm wide paper, using 2×100 mm scales. Depth is indicated on an independent track.

The medium-depth K-3000 digital well-logging equipment has been completed by interfacing induction and acoustic sondes.

Processing the experimental acoustic field-measurements elastic parameters (Poisson number, Young modulus, compression modulus, shear modulus) were determined from logs measured in a Triassic carbonate formation of a Transdanubian bauxite site.

Research on the *microcomputer controlled well-logging and express processing system* has led to an experimental piece (Fig. 63).

During the development stage we kept in mind first of all the requirements of solid mineral and water exploration. For CH applications it will be necessary to carry out certain alterations, both in hardware and software.

Main characteristics of the system are as follows:

- it can be used for simultaneous measurement and digital recording of 9 analogue logs and, further, for an energy selective nuclear impulse measurement in 128 channels with maximum two detectors;

- it assures the depth adjustment of repeated logs, i.e. during the n-th run all the logs corresponding to the previous (n-1)st and to the n-th run are at our disposal in a multiplex format;
- mathematical operations can be prescribed and performed on the recorded logs. For this purpose the system contains built-in special functions;
- the parameters specifying the measurements and the processing algorithms can be defined via the keyboard or a cassette. Programming of processing steps is done in task-oriented "KAROLIN" language developed in ELGI;
- results of the processing can be recorded both on registrator and on magnetic tape. The processed log is recorded in the same format as the original ones, thus it is suitable for further computer processing;
- both the measured and processed logs can be displayed on photorecorder, on oscilloscope screen and on numerical display. On the photorecorder maximum 9, on the screen maximum 4 and on the digital indicator 1 log can be displayed simultaneously. The logs for display can be arbitrarily selected during the measurements;
- changing of the measuring ranges and the subsequent calibration is made automatically;
- for each depth marker there is an automatic depth correction, if necessary.

From among our theoretical studies we should mention the *model calculations* for the determination of the theoretical value of resistivity, in a vertically infinite, rotationally symmetric medium. The values corresponding to seven- or nine-electrode, focussed potential and gradient sondes were computed on the MINSK-32 computer by the convolution algorithm elaborated by the Department of Geophysics, Eötvös University (D. Drahos and P. Salát). The accuracy of this procedure was compared with previously published results (see References p. 00). Generally, a fair agreement was found, but for the data determined by analogue electro-integrators.

The interpretation charts for the focussed sondes refer to the following arrangements (all data in metres):

Deep penetration: $A_0 0.2 M_1 0.2 N_1 1.1 A_1 \infty B_1$

Optimum: $A_0 0.3 M_1 0.2 N_1 0.5 A_1 \infty B_1$

Short pseudo: $A_0 0.1 M_1 0.1 N_1 0.1 A_1 0.2 B_1$

Long pseudo: $A_0 0.2 M_1 0.2 N_1 0.2 A_1 0.9 B_1$

The charts can be computed for any other arrangements of course. The compiled charts will be published as a separate booklet.

In our *Ocean Research Program* we continued the development of the integrated nuclear geophysical analysis system. The equipment is suitable – mounted either on-board of a ship or on a truck – for the quantitative analysis of marine or land placer samples or rocks, metals, etc.

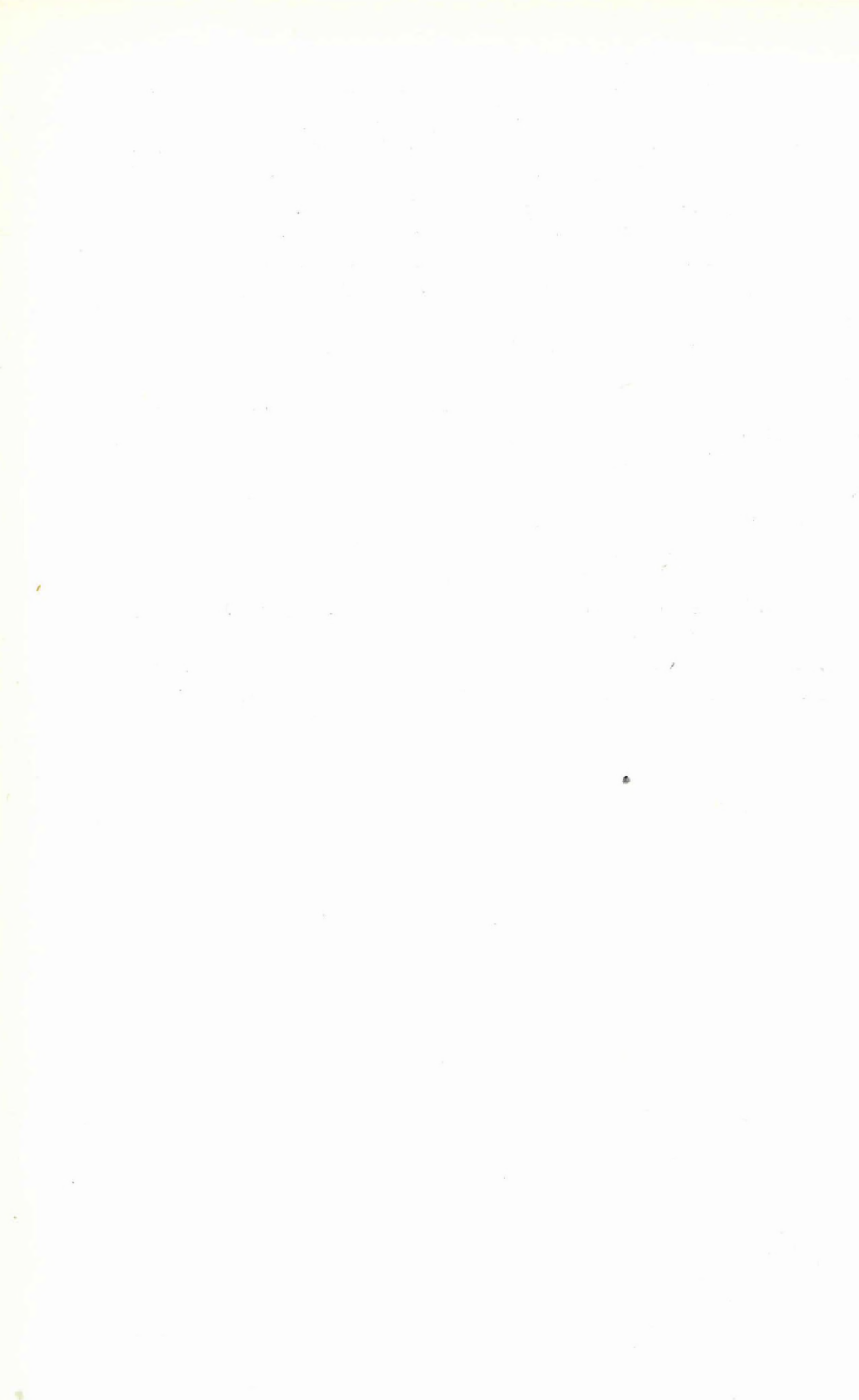
The main components (Al, Si) are determined by the BEA-1000 equipment, based on activation analysis of a closed neutron source. Keeping in mind the rigorous marine specifications, the equipment is light and small. Measurements, analysis and recording of results are all automatized.

The climate-resistance of the ASA 1024-16 Automatic Spectrum Analyzer has been increased, and by completing the equipment by some further Hungarian-made units an express XRF analyzer has been constructed. The equipment can be used for the simultaneous determination of some 10-12 components of atomic number $z > 20$.

The development of the automatic interpretation program package for the EMG 301 microcomputer has also been finished and the complete system tested on ore-samples from the Recsk site.

To extend the applicability of the XRF analysis in Hungary, metal-technological tests were carried out on valve steels, tin-bronze alloys, and special blast furnace cinders.

In 1978 a total of almost 7,000 analyses were made with respect to 20 elements in the concentration ranges shown in Table III (see p. 92).



3 EARTH - PHYSICAL RESEARCH

The *geomagnetic* instrument stock of the Tihany observatory was renewed in 1978. The new instruments offer a better opportunity to record time variations of the geomagnetic field components (D, H, Z, F) and enable to improve the accuracy of absolute measurements as well as to render them simpler.

The classical (La Cour) variation systems recording time variations have been replaced by Bobrov-type quartz fibre instruments having temperature compensation. The new instruments have been set up and adjusted, their technical parameters having been checked and determined. One La Cour system continued to operate for comparison of data.

Sensitivities of the new variation instrument groups, continuously operated since the beginning of September, are as follows:

0.5 nT/mm (D, H, Z — Bobrov I.)

2.0 nT/mm (D, H, Z, F — Bobrov II.)

5.0 nT/mm (D, Z, H — Bobrov III.)

From September 1978 the Bobrov II. system has been used as a basic instrument group of geomagnetic data furnished by the Observatory.

By the end of the year a mobile variety of the Bobrov instrument family was temporarily set up at the Observatory (with 1 nT/mm sensitivity in D, H, Z—Bobrov M), for longer recordings at outpost stations.

In addition to the analogue recording systems as listed above the digital variation station of the Observatory continues to work in routine operation with punched tape output.

Accuracy of absolute measurements is enhanced by a proton precession magnetometer type ELSEC set up in the middle of the year. The apparatus measures the components F and H, Z — on compensation principle. The total field (F) can be recorded by one minute sampling interval; recording is realized by thermoprinter with numerical indication, compensograph and digital cassette type tape recorder. Comparative measurements at the Tihany Observatory with proton instruments of the Hurbanovo

Observatory and the IZMIRAN Institute, Moscow, have given the same results with an accuracy of ± 1 nT.

Work on the computer processing package of time variations of the geomagnetic field components has started. Recorded field values are entered in a data bank arranged on magnetic tape, from where they can be called by programs stored on discs with the purpose of analysing the required segments for routine tasks (e.g. compiling of annual reports) or special customers' requirements.

In *magnetosphere research* regular whistler recording with two minutes duration per hour, as well as simultaneous recording with the on-board measurements of the IK-18 satellite, static and analytical processing of measured data have continued. To increase efficiency of processing sonograms were sampled by a digitizer. By using a digitizer the electron density sections are plotted from a substantially greater quantity of data, than earlier. The statistical data are published in the Annual Report of the Tihany Observatory.

In 1978 *gravity tidal observations* were carried out at Tihany, Pécs and Sopron. Our recording gravimeter was set up in October 1978 at Potsdam in accordance with the schedule of the working group 3.3 of KAPG. Observations in the GDR are expected to go on till the second half of 1979.

Investigation of the Earth's deformations under the effect of external loadings that can be described by an array of load numbers has been continued. The effects of several natural phenomena influencing the Earth's surface and its gravity field have been studied. Thus the effect of long period variations of the sea level on the surface of our planet has been investigated. It has been determined that a variation in sea level with an amplitude of 10 cm extending over an area of 10^6 km² results in a level change of 1 mm on the shore and at a distance of 150 to 200 km from the shoreline the change still exceeds 0.7 mm. Gravity change under the effect of air pressure variations (if it appears e.g. on a spherical square of $5^\circ \times 5^\circ$) amounts to -0.27 microgal/mbar, while variations of the Earth's surface reach 0.05 mm/mbar. Fluctuations of the ground water table involve load changes, too. By harmonic analysis of data arrays obtained in observation wells it has been determined that their annual amplitude change is 70 cm on the average, meaning that the resulting load fluctuations lead to height variations of the surface with an amplitude of 0.1 to 0.5 mm, showing an annual period. Significant areal changes are observed in the water table level from one year to another amounting to 1 to 1.5 m, that may also lead to shifts on the surface. Finally, gravity and level fluctuations due to the upfilling of

water reservoirs or to variations in their levels have also been investigated. Their effect depends on the extent of the area and the depth of water. The results of our calculations in case of the Kisköre reservoir show that the extent of vertical movements in the proximity of the shore (within several kilometers from it) is 1 to 2 mm, while at a distance of 15–20 km from the reservoir 0.2 to 0.3 mm. Variations of the gravity field are of the order of 0.01 mgal in a zone extending to 10 km from the shoreline. In summary it can be stated that gravity effects i.e. level changes due to the investigated phenomena do not affect our measurements in noticeable form at the present accuracy of our instruments.

In comission of the Central Office of Geology *paleomagnetic investigation* of 150 samples of Paleozoic rocks from the Bükk, Szendrő and Uppony Mountains has been carried out. The mean direction of magnetization in the present tectonic situation (prior to dip correction) and after dip correction has been determined from stable magnetizations obtained by A.C. demagnetization. Mean declination and inclination, then paleomagnetic pole positions were calculated from the data for each region.

It can be seen in Fig. 64 that the pole positions obtained from the rocks of the Szendrő Mountains before and even after dip correction can be regarded as a continuation of the polar-wander path as known for Africa. The decisively negative polarity of magnetization corresponds to the polarity of magnetic field prevailing in the Devonian.

The pole obtained for the Bükk Mountains after dip correction has furnished a result similar to the upper Permian–lower Triassic section of the African polar drift curve.

The pole position of the Uppony Mountains can be interpreted neither before dip correction, nor after it in a stable European or African tectonic system. Pole positions of the Szendrő and Bükk Mountains suggest the participation of these mountains in movements similar to those of the Transdanubian Central Range.

For the area of the Mórág block (Mecsek Mountains) detailed thermal demagnetization of petrographically heterogenous granitoides of migmatitic origin, as well as aplite veins and bostonite samples from 6 sampling sites (Fig. 65) has been carried out. By analysing the lost magnetization of granitoides in various temperature ranges we have determined the direction of magnetization bound to titanomagnetite, which is uniform regardless of where the sample was taken from among the six sampling sites:

$$\bar{D}=188^{\circ}; \quad \bar{I}=18^{\circ}; \quad K=11; \quad \alpha_{95}=8^{\circ};$$

where K and α are statistical characteristics of the mean direction.

The magnetic pole calculated from this direction approximates the 280 to 300 million and 1,450 million years sections of the stable European polar-wander path. Solely on the basis of paleomagnetic determination it is impossible to decide between the Carboniferous and Precambrian ages. Investigation of granite aplites and bostonites, and analysis of the magnetization of granitoides recorded at lower temperatures are in progress.

In the course of geophysical investigation of the Dunazug Mountains the paleomagnetic study of tuffs and tuffites was carried out. In all instances when the A.C. demagnetization gave no results, detailed thermal demagnetization was applied. Combination of these two methods enabled the determination of characteristic magnetization of the rocks for more sample groups than in previous years. Since all handled tuffs and tuffites have negative magnetization it can be concluded that not only the subvolcanic formations, but the bulk of the pyroclastic sediments were created in an inverse magnetic field.

Within the scope of *geodetic gravimetry* the Carpathian polygon established in 1973 was re-measured in international cooperation of Hungary, Poland and Czechoslovakia. 8 Sharpe and 4 Worden gravimeters were involved in this work. Observed data are being processed.

In the course of the year the determination of the absolute g value with a mean square error of $\pm 14 \mu\text{gal}$ was realized on the Siklós absolute gravity base point. The measurement was carried out by a Soviet team using a Soviet made portable laser gravimeter working on the principle of free fall.

In the past years about two thirds of the 2nd order gravity base points, established in the period from 1951 to 1955, have been destroyed. In order to make up for losses, work has begun to create gravity base points in protected environment (in the proximity of churches, monuments), where they are marked by concrete pillars.

The Hungarian Geodetic Survey has established a levelling with a reliability exceeding even the first class accuracy requirements for investigating recent crustal movements. The purpose of these measurements is partly to determine the numerical values of vertical crustal movements in Hungary and partly to study the vertical movements of large continental blocks – in cooperation with Eastern European socialist countries.

When determining the height of the base points of the network for studying crustal movements gravity values were also measured. The measurements served a double purpose:

- to determine gravity values needed for calculating the normal height of the base points,
- to acquire data for investigating phenomena related to crustal movements and other geophysical processes.

The gravity measurements along the levelling network (Fig. 86) were carried out by two Sharpe gravimeters in the period from 1973 to 1978. Processing of measured data extends for 1979.

To realize computer processing of graphical informations, first of all photographic charts and maps, a *two-dimensional digitizer* has been constructed (Fig. 67). This apparatus furnishes the coordinates of a drawing lying on the working surface having an area of 480×480 mm in units of 0.1 mm. A tape perforator or digital tape recorder can be attached to the apparatus as a periphery. In this case the coordinates are recorded on the data carrier in addition to being numerically displayed.

Two modes of operation are possible: reading point by point or automatic continuous operation. In continuous operation it is possible to set the sampling rate.

The data output gives a format readable for Fortran programs and there is a possibility to choose from one of the two built-in codes.

External data not bearing the character of coordinates may be entered by a key-board. These data simplifying and accelerating the processing are also recorded on the data carrier.

APPENDIX

The present stock of the Library consists of 21,009 volumes of books and periodicals, and 29,253 different library units. Stock increase in 1978: 525 books, 438 volumes (2,192 numbers) of periodicals, 1,172 documentary publications and 350 instrument booklets. Through international exchange 529 publications were received and to 58 countries, to 511 addresses, 660 publications were sent. The number of new periodicals is 5. 5,181 readers were served by the Library in 1978.

*

Publications: Annual Report 1977, Annual Report 1977 (Geophysical Observatory, Tihany), Geophysical Transactions Vol. 25. and Bulletin of KAPG Working Group 3.3 (study of the Earth Tides, No 1).

ГОДОВОЙ ОТЧЕТ ВЕНГЕРСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО
ГЕОФИЗИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА ИМ.
РОЛАНДА ЭТВЕША
ЗА 1978 Г.

1 ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫЕ РАБОТЫ

План полевых работ, проведенных ЭЛГИ в 1978 г. представлен на рис. 1.

В 1978 г. изучение *Задунайского среднегорья* продолжалось согласованно с программами разведки месторождений боксита и бурых каменных углей.

Для *разведки бурых каменных углей* разработана согласованная программа буровых и геофизических работ, которая сводится к следующему:

- на основе всех имеющихся геолого-геофизических данных строится карта рельефа триасового основания бассейна;
- на каждом из структурных блоков бассейнов бурится разведочная скважина;
- с использованием данных этих скважин – ознакомившись с геологическим разрезом района, в том числе развитием в нем полезных ископаемых – улучшаем геологическую интерпретацию геофизических разрезов;
- на втором этапе дополнительные скважины и дополнительные геофизические наблюдения, по мере необходимости, задаются уже по новой интерпретации.

Карта рельефа триасового основания восточного предгорного участка гор Герече – по результатам последних разведочных работ – представлена на рис. 1/А. На рис. 2/В показана карта аномалий Буге для бассейна Херрег–Тарьян, а на рис. 2/С – карта остаточных аномалий поля силы тяжести. Изучение строения данного района (выявление субмеридиональных грабенов) и ознакомление с расположением угольных полей (в южных концах грабенов) дали основание для проведения разведочных работ в районе Мань Восток–Жамбек, где по минимумам карты остаточных аномалий поля силы тяжести (рис. 2/Д) выделяется полоса широтного направления. Пробуренные скважины подтвердили предположение и вскрыли дополнительное угленосное поле. На рис. 3 приведены характерные разрезы, пересекающие грабены.

Внедрение сейсмического метода отраженных волн в углеразведку означало качественное продвижение, в частности, в связи с выделением малых по размерам сбросов. На рис. 4 показаны этапы обработки данных по одному из экспериментальных профилей: временной разрез (а), временной разрез с миграцией (b) и глубинный разрез с геологической интерпретацией (с). Определение мест и амплитуд сбросов соответствует масштабу приблизительно равному 1 : 10 000.

В области *разведки на бокситы*, история геофизических работ в районе Ихаркут иллюстрируется сериями карт рисунка 5. На рис. 5а показана геологическая информация, имевшаяся во время выявления линзы № 1. Результатами рекогносцировочных геофизических работ (СДВР, потенциальное картирование) являются картина, представленная на рис. 5/б и указанные там скважины, а также предложение по проведению дальнейших исследований. На карте зеленым цветом отмечается перспективный участок, в пределах последнего желтым цветом окрашены предполагаемые бокситоносные прогибы. Скважинами было вскрыто несколько бокситовых тел и выяснен ряд вопросов. Второй этап геофизических работ включал в себе методы с более высокой разрешающей способностью (СМПК, сейсмический метод). На результативной карте (рис. 5/с) можно выделить зону предполагаемого развития бокситовых линз, подтвержденных скважиной (желтый цвет), или, по аналогии, дополнительные перспективные зоны (зеленый цвет).

Задачей работ на третьем этапе является оконтуривание бокситовых линз. Применяющийся на этом этапе метод инвариантного СДВР описан в разделе 2.2, а результаты показаны на рис. 5/д.

Карта рельефа триасовой подошвы боксита, построенная по совокупности всех буровых и геофизических данных представлена на рис. 5/е. На рис. 5/ф указаны карты аномалий, на которых впервые отмечалась бокситоносная структура.

Ход съемки по вышеуказанному методу СДВР представлен на рис. 6. На рис. 6/а показана карта проводимости, построенная по данным потенциального картирования, проведенного по сетке шагом 25 м. Результаты стандартного метода СДВР с одним датчиком искажены (рис. 6/б и с). Карта инвариантных сопротивлений, полученная в результате машинной обработки данных (рис. 6/д) хорошо отображает границы грабена. На рис. 6/е указаны эллипсы сопротивлений четвертого порядка. Разрез является однородным только в тех местах, где форма эллипса близка к окружности. С использованием данных дополнительно проведенных ВЭЗ, потенциального картирования и бурения, можно построить точную карту подошвы бокситов и оконтурить бокситовое тело (рис. 6/ф).

Рис. 7 отображает эффективность геофизических работ и комплексной машинной обработки данных. На рис. 7/а показана карта изученности

района до проведения геофизических работ. Рис. 7/б представляет собой карту глубины залегания триасового карбонатного основания, построенную по данным геофизических работ. На рис. 7/с приведена карта рельефа триасовых отложений, построенная на ЭВМ с использованием дополнительных буровых данных. Построение карты по неправильной сети описано в разделе 2.2.

Для облегчения комплексной интерпретации были разработаны программа, строящая разрезы по буровым данным (рис. 8) и программа, определяющая пространственное положение скважины (рис. 9).

Геофизическая съемка центральной части *гор Бэржэнь* – не учитывая некоторые методические работы – закончена.

Характерный для центральной части этого района разрез показан на рис. 10. Геофизические аномалии указывают на то, что основание во многих местах прорвано субвулканическими интрузиями, которые вытеснили первоначальные морские отложения вплоть до теперешней дневной поверхности. Это предположение подтверждено глубокими скважинами Р-7 и Р-18.

Аномалии ВП выделяются в краевой зоне субвулканической массы (трещиноватость). Для детального изучения аномалий проводились наблюдения по методу ВП в сети и по полученным данным были построены карта кажущейся поляризуемости (η) (рис. 11) и карта „металл-фактора“ (рис. 12). На последней не выделяются аномалии ВП, вызванные только приращением сопротивления. Из рисунка видно, что проявления меди имеются только в участках максимумов металл-фактора.

Для изучения природы геомагнитных аномалий, на рис. 13 совмещены контуры аномалий ПС, ΔZ и ВП. Если аномалии ΔZ вызваны магнетитами, образовавшимися при парагенезе, аналогичном калькопириту, то их можно использовать для изучения развития оруденения. Этот вопрос может быть выяснен пробурением контрольной скважины F-1.

В районе *гор Бэржэнь* были проведены и методические работы по методу ВП. При этом было обнаружено, что до степени, соответствующей разрешающей способности измерений и до глубинности метода, масса горных пород характеризуется почти везде кривыми затухания аналогичной формы; различия наблюдаются только в амплитудах.

В рамках изучения зоны *Дарно* проводились рудногеофизические работы в горах Рудабанья. Результаты рекогносцировочной, а затем детальной съемки методом ВП приведены на рис. 14. Большинство аномалий имеет субмеридиональное простирание, что совпадает с основным структурным направлением гор.

В каждом из трех участков, в которых выделяются более значительные аномалии, имеются карбонатные глинистые сланцы. Это позволяет делать вывод о том, что возмущающее тело представлено обугленным

органическим веществом, к которому приурочивается небольшое количество сульфида, в частности, пирита.

Одновременно с работами по методу ВП проводились и наблюдения по методу сопротивлений, результаты которых оказывают помощь для геологического картирования.

Для изучения оруденения по глубинным горизонтам, были проведены сейсморазведочные работы методом отраженных волн, с возбуждением упругих колебаний отчасти вибросейсмическим способом, а отчасти взрывной техникой.

План профиля Ra-1 глубинного разреза с раскраской по амплитудам (рис. 15) представлен на рис. 14. В двух из указанных на нем скважин (Rb-465. Rb-387), пробуренных над глубинной зоной нарушения, были отмечены следы меди. После пробурения глубоких скважин можно решить вопрос о правильности нашего предположения о связи зоны сбросов с оруденением и о возможности использования этой связи как критерия для локализации зон оруденения.

План трех профилей, проведенных в окраинах гор Бюкк и Уппонь методом отраженных волн, показан на рис. 16. На временном разрезе ЁК-3а, построенного с миграцией и раскрашенного по амплитудам (рис. 17) указана схема интерпретации глубинного строения гор Уппонь. Место, в котором Оздский бассейн контактирует с Уппоньскими горами, видно на временном разрезе Csá-1. Отражения, полученные из комплекса третичных отложений, позволяют делать вывод о том, что значительные тектонические изменения произошли до осадконакопления в районе бассейна.

Поднятие основания бассейна, отражающееся на участке временного разреза Ма-1 (рис. 19) около с. Микофальва, интерпретируется – на основании поведения максимумов остаточных аномалий поля силы тяжести – как продолжение Уппоньских гор в юго-западном направлении, перекрытое осадочными отложениями.

Задача геофизического изучения опорных геологических разрезов решалась в 1978 г. южнее озера Балатон до гор Мечек и в районе среднегорья Задунайской области, отчасти магнитотеллурическим методом, но в основном сейсморазведочным методом отраженных волн (рис. 20). Сопоставление карт аномалий МТЗ и поля силы тяжести (рис. 21) позволяет выделить комплексы большой плотности но низкого удельного сопротивления, о которых можно предположить, что они аналогичны с хорошо проводящей карбонской толщей, вскрытой в южной части Задунайской области уже и скважинами.

Для сопоставления сейсмических и магнитотеллурических данных величины глубин и сопротивлений, полученных по методу МТЗ, нанесены на сейсмический временной разрез (рис. 22). Попытка разделить толщи

были сделаны с использованием интервальных скоростей и данных о сопротивлении.

В зоне теллурического минимума района Домбовар-Шашд были проведены экспериментальные исследования методами становления электромагнитного поля и методом искусственного частотного зондирования, на основании которых пришлось переинтерпретировать результаты полученные в предыдущем году (см. Годовой отчет за 1977 г., рис. 27). На рис. 23, на временном разрезе МОВ МК-6/78 приведено два возможных варианта интерпретации. Целесообразным представляется проведение продолжения профиля МК-6 в районе теллурического минимума.

В северном предгорном участке гор Мечек был проведен профиль МК-2 Ё/78 (рис. 24), который позволил выявить неизвестные до тех пор структурные элементы.

Обработке был подвергнут диапазон времен 4–10 сек разреза профиля МК-3/77, проведенного в 1977 г. в районе среднегорья Задунайской области. Представленная здесь часть результатов (рис. 25) обращает внимание на несколько интересных явлений. Для прослеживания пространственного распределения отражений, выделявшихся в разрезе 1977 г. в интервале времен 2,0–2,4 сек, был проведен профиль ДК-1/78. Обработкой был охвачен интервал до 10 сек (рис. 26). В связи с неблагоприятными поверхностными условиями, качество разреза хуже качества разреза, построенного в 1977 г.

Для изучения глубинного строения гор Мечек был обработан интервал глубин разреза Gб-5 1977 г. (Годовой отчет за 1977 г., рис. 40) до 10 сек. (рис. 27). Поверхность Мохоровичича выделяется весьма интенсивно (M_1 , M_2), и кроме этого заслуживает внимания возможность разделения некоторых толщ (А, В, С), отличающихся различными характерными сейсмическими особенностями.

Из гидро- и инженерно-геофизических работ, проведенных в 1978 г. здесь будут излагаться две заслуживающие внимания работы.

Изучение конуса наносов реки Марош служит целям региональной гидростанции, обеспечивающей водоснабжение Юго-восточной Венгрии. Здесь проводились в первую очередь электроразведочные работы; на основе результатов ВЭЗ было обнаружено, что приповерхностные неоднородные пласты мощностью до первых единиц метра подстилаются толщей мощности 100–300 м и удельного сопротивления 20–40 ом, отдельные части которой – в связи с большей долей песчаных пористых пластов – оказываются особо перспективными с гидрогеологической точки зрения (рис. 28). Результаты наблюдений по методу ВП обратили внимание на то, что комплексы, характеризующиеся почти одинаковыми величинами сопротивления, имеют разную поляризуемость (рис. 29).

Предполагается, что повышенная поляризуемость связана с повышенной проницаемостью. Наблюдения, проведенные в опытном порядке по методу искусственного частотного зондирования, дали положительные результаты. Применение этого метода обосновано при изучении комплексов высокого сопротивления, в частности для выявления зон линзовидного залегания и выклиниваний (рис. 30).

По инженерно-геофизическим работам ниже будут излагаться исследования, проведенные по линии наполнения бассейна, проектируемого в районе Дунакилиты в системе каскадов Дунайских гидроэлектростанций (рис. 31). Для изучения верхней толщи мощностью 5–25 м, применялось профилирование по методу сопротивлений. Сущность этого метода, разработанного ЭЛГИ, сводится к следующему: в изучаемую среду гидравлическим средством опускается зонд, измеряющий механическое сопротивление пластов, затем измеряются и прочие физические параметры пройденных пластов. Диаметр зонда составляет 36–42 мм и им не нарушается естественное состояние горных пород, так по наблюдениям получают данные, характерные для естественного залегания.

В рамках разведочных работ, проведенных по поручению Треста нефтяной и газовой промышленности, в начале 1978 г. были завершены работы в районе Хайдушаг и начаты исследования в двух новых участках. План профилей МОВ района Абонь представлен на рис. 32. Полевые работы, проведенные по профилям общей протяженности 247 км были выполнены при следующих параметрах полевых наблюдений: расстояние между базами групп сейсмоприемников – 50 м, „оффсет“ – 575 м, перекрытие – $12 \times 100\%$, длина группы сейсмоприемников – 45 м, количество сейсмоприемников типа GSC-11D — 32. Упругие колебания возбуждались взрывами и записывались аппаратурой SD-10/21.

В качестве примера на рис. 33 приводится временной разрез Ab-11/78 с миграцией.

В районе работ Хортобадь (рис. 34) проводились работы по дополнению сети гравиметрических станций, в результате которых полученная карта аномалий Буге стала пригодной для вторичной обработки. Из профильтрованных карт здесь представляется карта остаточных аномалий с параметрами $s = 250$ м, $n = 3$ (рис. 35). Магнитотеллурические зондирования проводились по региональному сейсмическому профилю A-14 с использованием приемной аппаратурой типа DEF-1 с цифровой записью, в диапазоне частот 20–0,004 гц. Полученный глубинный разрез и вариант возможной геологической интерпретации представлены на рис. 36. Сейсморазведочные работы МОВ выполнялись вибросейсмическими системами исходя из обнадеживающих результатов, проведенных как в районе Хортобадьского заповедника, так и в немой зоне. 31 км из общего километража 122 км, был проведен с перекрытием $24 \times 100\%$, 91 км

– с перекрытием $24 \times 100\%$. Полученные данные обрабатываются в настоящее время.

В рамках геофизического изучения структурных элементов *гор Мечек* начиная с 1976 г. проводятся сейсморазведочные работы для подготовки участков под глубокое бурение. План работ 1978 г. показан на рис. 37. Результаты КМПВ иллюстрируются разрезом OaR-4 (рис. 38). Поверхность с граничной скоростью 5400–6300 м/сек приурочивается к поверхности среднего триаса и древне-палеозойских отложений, представляющей собой подошву угленосной толщи.

В качестве примера результатов МОВ приводится временной разрез Og-7/78 (рис. 39). Для идентификации горизонтов использовались данные скважины 0–3 и на этом основании можно было выделить покров (I_1S_2) и подошву (T_2) угленосной толщи. К концу профиля угленосная толща выклинивается.

Сейсмический разрез, связанный с теллурическими-магнитотеллурическими наблюдениями (рис. 21) проведенными в северо-западном предгорном районе *гор Мечек*, показан на рис. 40. Для геологической интерпретации разреза – при отсутствии данных бурения – использовались интервальные скорости, границы несогласного залегания, аномалии поля силы тяжести и поля теллурических токов.

2 ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ РАЗРАБОТКИ МЕТОДОВ И АППАРАТУРЫ

2.1 СЕЙСМОРАЗВЕДКА

В области исследований по разработке методов и аппаратуры для сейсморазведки и вычислительной тенники основные результаты, достигнутые в 1978 г. сводятся к следующему.

1. Определение некоторых локальных структурных элементов земной коры и верхней мантии методом отраженных волн с многократным перекрытием;

2. Разработка методики наблюдений для изучения угольных бассейнов по вибросейсмическому методу;

3. Успешное проведение морских исследований с использованием системы сбора и обработки данных в реальном масштабе времени, в основе которой лежит ЭВМ Р-10; создание наземного центра для предварительной обработки данных, основывающегося на ЭВМ Р-10;

4. Преобразование устройства сбора данных SD-10-CFS-1 в центр для предварительной обработки данных.

1. Сейсмические работы по изучению *земной коры и верхней мантии* методом отраженных волн с многократным перекрытием были начаты в 1970–1972 гг. в районе Карцаг–Пюшпекладань. Проведенные в первые годы исследования показали, что система наблюдений, разработанная для этой задачи, позволяет получать информацию о скоростных и структурных условиях земной коры и верхней мантии. Результаты экспериментальных наблюдений, проведенных при помощи цифровой приемной аппаратуры, были обработаны на ЭВМ, причем скорости распространения упругих волн были определены для глубин приблизительно до 100 км.

Начиная с 1976 г. строение литосферы изучалось по профилю KESZ-1, пересекающему зону нарушений в молодых осадочных отложениях (рис. 41). Данные о толще осадочных отложений и об основании третичного бассейна были получены по нефтеразведочным работам, проведенным в районе Хайдушаг по поручению Треста нефтяной и газовой промышленности, а также по работам МОВ, проведенным южнее этого района самым Трестом (см. годовой отчет за 1977 г., рис. 34, 35, 36). По профилю, протягивающемуся в направлении Хоссупай–Бихаркерестеш, работы имеют цель выяснить, проявляются ли признаки движений также и в бо-

лее глубоких частях земной коры и в верхней части верхней мантии. Предполагается, что по проявлениям тектонических элементов, наблюдающимся в различных толщах, можно судить и о характере этих толщ. При получении положительных результатов и при повторении исследований в международном сотрудничестве для глубинных разломов различного возраста, можно будет делать выводы также о временном протекании явлений.

Наблюдения проводились с использованием 24-канальной цифровой приемной аппаратуры типа SD-10/20. Расстояние между базами групп сейсмоприемников было 200 м. Группы сейсмоприемников располагались по базе длиной 40 м; применялись по 3 сейсмоприемника типа СВ-205 собственной частотой 5 гц. Наблюдения проводились с перекрытием $12 \times 100\%$, с получением нагоняющих годографов. Для возбуждения упругих колебаний применялось 200–300 кг ВВ в 4–5 скважинах глубиной 30 м.

В процессе обработки данных, при вводе статических поправок, учитывалось и влияние молодой (неогеновой) толщи. После накопления применялись двумерная фильтрация, миграция со взвешиванием, а затем фильтрация, изменяющаяся во времени.

Разрез для изучения литосферы приведен здесь в вариантах с различными фильтрациями, изменяющимися во времени (рис. 42 и 43). Функции времени от частоты представлены на рис. 44. С использованием функции I построен разрез, представленный на рис. 42; здесь к полосе фильтрации ниже 5–10 гц мы перешли только ниже диапазона времен, характерных для коры. При построении разреза с использованием функции II (рис. 43) в низах земной коры мы стремились выделять более низкие частоты.

На рис. 42 на глубине залегания поверхности Мохоровичича выделяется хорошо выраженный горизонт, который опускается с севера к югу с глубины, соответствующей прибл. 8,3 сек., до глубины, соответствующей 9,1 сек. Около пикета 11 км горизонт имеет относительный максимум, а около пикета 14,3 км проявляется сброс.

В верхней части разреза показано основание неогенового бассейна, определенное по нефтеразведочным работам. Основание бассейна погружается к северу. В некоторых местах (ок. пикетов — 4,0; 12,3; 20 км) намечаются явления, указывающие на наличие сброса. В интервале между основанием бассейна и поверхностью Мохоровичича, местами выделяются коррелирующиеся участки горизонта длиной 2–7 км, прекращения которых местами позволяют судить о наличии глубинных разломов. Две такие зоны схематически отмечены на разрезе. Расположение довольно выраженных горизонтов, выделяющихся по обеим сторонам зоны нарушения между пикетами 8–12 км, отражает надвиг: можно предполагать, что севернее сброса горизонты залегают более глубоко, чем те, которые

располагаются южнее сброса. Погружение основания бассейна – по такому представлению – прослеживается на временах до 6–7 сек. в подстилающей его толще.

Ниже поверхности Мохоровичича, на временах припл. до 15 сек. бросаются в глаза отражения, выделяющиеся в южной части разреза. Около пикета 0 км намечается тенденция слабого подъема к северу, а в то же время ок. пикетов 5–7 км наблюдается резко выраженное падение к северу. В северной части разреза вырисовывается более спокойное залегание. Южная часть с „складчатым“ характером и северная часть с более спокойными условиями залегания, разделяются по всей вероятности зоной нарушений, влияние которой наблюдается и в поверхности Мохоровичича. Наличие сброса вероятно и выше, но там мы его не отметили; в связи с явлениями, намечающимися в концах разреза, более целесообразным оказывается подождать, пока будут обработаны данные наблюдений, проводящихся в 1979 г.

Около времен 15,8 сек. вид разреза в значительной мере изменяется. На этой глубине выделяются хорошо выраженные, почти горизонтальные поверхности. Около сброса, выделенных над ними, небольшое нарушение намечается и на этой глубине. Такой различный характер строения хорошо согласуется с результатами ранее проведенных в районе Карцаг наблюдений, где по снижению интервальных скоростей на этой глубине можно было судить об астеносфере.

На рис. 43 около центра разреза вид поверхности Мохоровичича имеет характер, совершенно отличающийся от ее вида на рис. 42. В диапазоне глубин этой поверхности, между пикетами 7 и 13 км, интервал времен вступлений, характеризующихся высокими по сравнению с их окружности величинами энергии, расширяется. Между пикетами 5–7 км поверхность Мохоровичича прерывается, причем выделенный предполагаемый глубинный сброс хорошо выражается и на глубине залегания поверхности Мохоровичича.

Интерпретация результатов будет проводиться после дополнительных наблюдений в северном направлении и после обработки определений скоростей по профилю; но уже в настоящее время можно делать определенные выводы.

Можно сказать, что метод отраженных волн позволяет получить интересную информацию о строении как земной коры, так и верхней мантии. Наиболее отчетливый отражающий горизонт идентифицируется с поверхностью Мохоровичича; этот горизонт хорошо коррелируется по всему протяжению профиля длиной ок. 25 км (рис. 42). Также выражено выделяется отражающая поверхность, которая интерпретируется как верхняя граница астеносферы.

В земной коре выделяется два горизонта с сравнительно протяженной

коррелируемостью: верхний располагается в интервале 4,5–5 сек, а нижний – в интервале 6–6,5 сек. Зона нарушений между пикетами 8–12 км проявляется в обоих горизонтах. Двойная расчлененность коры и наличие отчетливой границы раздела (Конрад) между двумя комплексами не подтверждаются изучавшимся разрезом. При дополнительных определениях скоростей этому вопросу будет уделено особое внимание.

Линии сбросов с южным наклоном могут интерпретироваться как структурные элементы, создавшиеся за счет напряжения сжатия. Верхняя часть верхней мантии реагировала на это напряжение более эластично, в связи с чем могли образоваться элементы характера складок, выделяющихся на южной стороне сброса в интервале времен 10–15 сек. Вероятно, что кора вела себя более жестко, благодаря чему образовались сбросы и связанные с ними структуры характера надвига. Предполагается, что сброс между пикетами $(-2) - (+2)$ км имеет подобный характер, т. е. южное крыло находится в более глубоком положении по сравнению с центром разреза.

Наиболее интересными особенностями разреза являются несомненно два горизонта с максимальными величинами энергии: горизонты, интерпретируемые как подошва коры и подошва литосферы, соответственно. На рис. 42 поведение поверхности Мохоровичича хорошо согласуется с такой картиной. Вид поверхности Мохоровичича на рис. 43 заслуживает дополнительного изучения. Надеемся, что закономерности, выводимые из получаемых результатов, вносят дополнительный вклад в выяснение характера поверхности Мохоровичича.

По изменению характера на временах ниже 15 сек, а также по снижению скоростей, предполагаемому на основании ранее проведенных определений скоростей, можно судить о наличии пласта в верхней мантии, характеризующегося значительно меньшей прочностью и упругостью. Вырисовывающаяся структурная картина хорошо согласуется с допущением, по которому астеносфера в меньшей степени сопротивляется напряжению, чем литосфера. Этим объясняется, что изучать влияние такого напряжения в астеносфере труднее.

2. В работах по *разведке угольных и бокситовых месторождений*, кроме сейсморазведочных наблюдений МОВ с взрывным возбуждением колебаний, успешно применявшихся в течение ряда лет, необходимо применять и вибросейсмическую систему.

Использование вибросейсмического метода для изучения мелких глубин связано с методическими затруднениями. Известно, что при вибросейсмических наблюдениях параметры установок должны выбираться с таким расчетом, чтобы первые вступления отфильтровывались группами сейсмоприемников. Однако, кажущиеся скорости глубоких отражений очень быстро убывают с увеличением расстояния между вибропунктом

и сейсмоприемниками, асимптотически приближаясь к кажущейся скорости первых вступлений. Так, на определенном расстоянии от пункта возбуждения, группы сейсмоприемников отфильтровывают, вместе с первыми вступлениями, также и отражения от мелких глубин.

Для преодоления этих затруднений намечается два пути: сужение полосы вибросигналов и сокращение длины установок, соответственно. Первый вариант был испытан в 1977 г., но результат оказался отрицательным, поскольку уменьшение ширины полосы вибросигналов сопровождалось более значительным ухудшением отношения сигнал/шум, чем это ожидалось. Осуществлению второй возможности препятствовал собственным шум вибраторов, в связи с чем пункты возбуждения нельзя приближать к установке больше чем на 120–150 м. Ввиду того, что несмотря на это, решение вопроса ожидалось только за счет сокращения длины установок, для преодоления затруднений, связанных с собственным шумом вибраторов, применялась специальная поперечная система наблюдений, схема которой представлена на рис. 45. Шаг сейсмоприемников был выбран равным 15 м, благодаря чему расстояние точки возбуждения от сейсмоприемников изменялось в пределах от 200 до 270 м.

Полученные результаты подтвердили правильность применявшейся методики наблюдений. В качестве примера здесь приводится вариант разреза по одному из экспериментальных профилей, Zsér-5/78, построенный с фильтрацией низких частот (20–40 гц) (рис. 46). Комплексная геологическая интерпретация разрезов проводится в настоящее время. Так, здесь только схематически отмечены некоторые места, которые в первом приближении интерпретируются как сбросы. Кажется, что даже без точной геологической интерпретации разрез отражает геологическое строение на мелких глубинах и подтверждает эффективность разработанной методики.

3. В рамках советско-венгерского научно-технического сотрудничества (между Государственным комитетом ВНР по техническому развитию и Государственным комитетом СССР по науке и технике) были проведены успешные морские исследования по программе координационного центра ИНТЕРМОРГЕО, *с использованием аппаратуры сбора и обработки данных в реальном масштабе времени*, в основе которого входит вычислительный центр типа Р-10 производства ВИДЕОТОН. Тем самым было начато применение подобного типа аппаратуры в производственном порядке. Полученные результаты будут опубликованы совместно с советской стороной.

В рамках вышеуказанного советско-венгерского сотрудничества был создан и наземный центр для предварительной обработки данных, основывающихся на ЭВМ Р-10. В процессе проектно-конструкторских работ система, разработанная для морских исследований, была расширена

в соответствии с требованиями экспедиционной предварительной обработки данных. Блок-схема центра представлена на рис. 47.

Специальная конфигурация ЭВМ, предназначенная для обработки геофизических данных описывается ниже.

- центральное устройство (с памятью 4 К слова),
- устройство сопряжения дисковой памяти с зафиксированной головкой,
- устройство считывания с перфоленты (FS-1500) с устройством сопряжения,
- перфоратор лент (DT 105) с устройством сопряжения,
- устройство для представления результатов, с сопряжением,
- множително-делительное устройство,
- арифметика с плавающей запятой,
- дополнительное запоминающее устройство емкостью до 7×4 Кслов,
- строкочечатающее устройство (латиница/кириллица),
- часы с реальным масштабом времени,
- управление математическим обеспечением,
- устройство считывания с карт,
- сейсмический плоттер с неавтономным сопряжением,
- 8-канальный DMA (непосредственный доступ к памяти),
- специализированный процессор,
- устройства сопряжения для магнитного устройства, подключенного к DMA (2 шт),
- магнитные устройства (до 4 шт),
- сопряжение дисковой памяти, подключенной к DMA (2 шт),
- вибростойкие дисковые памяти с зафиксированными головками (до 4 шт),
- плоттер, работающий в автономном режиме и его управляющее устройство.

По сравнению с морским вариантом, эта конфигурация содержит следующие дополнительные узлы:

На DMA – 2 устройства для управления магнитной лентой,
2 устройства для управления дисковой памятью.

На минибусе Р-10 – консольное индикаторное устройство
устройство считывания с карт.

Два магнитных устройства и два устройства для управления дисковой памятью позволяют осуществлять быстрый перенос данных с магнитной ленты на магнитную ленту и с дисковой памяти на дисковую память, соответственно. Путем усовершенствования контрольного устройства дисковой памяти достигнуто, что любой материал сейсмических наблюде-

ний может подвергаться демультиплексации на внешних устройствах до 128-канального формата. В результате такой демультиплексации, при простой или двойной организации данных на дисковой памяти будут храниться сейсмические материалы в формате, непрерывном по каналам. Это позволяет быстро переорганизовать данные, полученные различными типами сейсмической аппаратуры (SD-10, SD-12, ССЦ-3, DFS-III, DFS-IV) и хранящиеся на магнитных лентах, в формат, непрерывный по каналам.

Вышеописанная экспедиционная система обработки данных, при ее дополнении устройством сбора данных, может применяться в следующих режимах работы:

а) Система, подключенная к полной конфигурации ЭВМ. Сейсмические данные в мультиплексном формате постуають в центральное запоминающее устройство из устройства сбора данных, работающего в качестве внешнего устройства. Непрерывно поступающие данные вводятся в дисковую память с таким расчетом, чтобы они могли считываться в демультиплексированном виде. После окончания цикла сбора данных наблюдаемые данные записываются на магнитную ленту и одновременно подвергаются первичной обработке, результаты которой выписываются графопостроителем в процессе нового цикла измерений.

б) Система, осуществляющая запись и одновременную обработку данных. Наблюдаемые данные одновременно поступают на магнитную ленту (в мультиплексной форме), а также на первичную обработку в запоминающем устройстве ЭВМ. Одновременное быстрое представление данных измерений является результатом обработки.

в) Представление разрезов независимо от ЭВМ. Наблюдение и представление данных осуществляются не одновременно. Данные, записанные на магнитную ленту, после их обработки, представляются графопостроителем, работающим в автономном или неавтономном режиме. В 1977–1978 гг. была создана основная система программ для экспедиционного центра обработки данных, представляющая собой ядро пакета программ, создаваемого для ЭВМ Р-10.

Использование центра первичной обработки данных в производственном масштабе начинается с 1979 г. в нескольких промышленных организациях СССР.

4. В годовом отчете Геофизического института за 1976 г. уже было указано, что для вибросейсмических работ создана аппаратура сбора данных, скомбинированная из устройств SD-10–CFS-1. Данная система с успехом применяется для решения различных геологических задач. Управление полевыми работами и оптимальное размещение профилей требуют своевременной обработки данных, что не может осуществляться в центрах, удаленных от района работ.

Система CFS-1 – если не учитывать внешние устройства, служащие специально для приема сейсмических данных –, представляет собой вычислительную машину, используемую для любых целей, которая полностью не загружена сбором полевых данных. Если основная конфигурация дополняется определенными внешними устройствами (2 магнитными устройствами, графопостроителем), то из нее можно создать центр первичной обработки сейсмических данных и тем самым решить полевую первичную обработку, без значительного капвложения.

Ввод необходимых для обработки внешних параметров (напр. статических поправок) может осуществляться при помощи внешнего устройства ВВОДА/ВЫВОДА, содержащего два магнитных устройства с магнитными лентами в кассетах типа ASR-700, в то время, как для передачи большого объема данных с большой скоростью (плоттер, 2 магнитных устройства), необходимо обеспечить непосредственный доступ к памяти.

В 1978 г. было осуществлено сопряжение плоттера типа КОРОЛЛ-ПРЕСС разработанного в Институте, и второго магнитного устройства с аппаратурой типа CFS. Блок-схема аппаратуры показана на рис. 48. Созданная таким образом аппаратура с расширенной конфигурацией может использоваться, в зависимости от математического обеспечения, как для сбора, так и для первичной обработки данных и построения разрезов. Система программ для центра первичной обработки разрабатывается в настоящее время. К концу года, по всей вероятности, будет решена задача построения суммолент.

Наиболее важные результаты работ по разработке методики и аппаратуры, полученные в 1978 г. в связи с методом ВП, сводятся к следующему.

1. Измерение ВП на буровых кернах

По поручению ЭЛГИ, Геофизическая кафедра Института тяжелой промышленности (г. Мишконец) разработала лабораторный прибор и методику для измерения ВП. Данные измерения интерпретировались по двум различным способам. Была определена кажущаяся динамическая возбуждаемость (η_{tk}) (метод вычисления был разработан в Ленинграде в НПО Геофизика), а динамические параметры (w_i ; τ_i) определялись по методу, разработанному в ЭЛГИ.

Измерения проводились на кернах, полученных в глубокой скважине Р-18 района Бэржэнь. На рис 49/а показаны результаты измерений, проведенных на керне, взятом с глубины 175,7 м и состоящем из мелкозернистых андезитов. В горной породе имеются пиритовые жилы, через каждый метр с 3–4 пиритовыми, слабо калькопиритовыми поверхностями отслоения. Величины как амплитуд экспоненциального приближения (w_i), так и кажущейся динамической возбуждаемости (η_{tk}) оказываются низкими. Подобные результаты были получены для всех кернов, в которых наблюдалось лишь слабое вкрапленное оруденение. Керна, взятый с глубины 100,8 м состоит из андезитовой брекчии, в которой по поверхностям отслоения с наклоном 30–40°, наблюдается чешуеобразное покрытие из пирита и небольшого количества калькопирита. Величины как амплитуд, так и кажущейся динамической возбуждаемости приблизительно на порядок выше, причем последние имеют выраженный максимум около 2 сек. (рис. 49/б). В андезите, полученном с глубины 1184,6 м имеются пиритовые жилы крутого наклона. Как видно из рис. 49/с, величины w_i и η_{tk} очень высоки, причем кажущаяся динамическая возбуждаемость имеет максимум ок. 25 сек.

На каждом из трех графиков указаны также величины $\tilde{\eta}_{ik}$ относящиеся ко временам выборки аппаратуры ДИАПИР-4005. Эти величины были подсчитаны по экспоненциальным членам, лучше всего аппроксимирующим серию измеренных величин η_{ik} пренебрегая при этом членом с весьма низкой постоянной времени, описывающим собственный процесс регистратора. При обработке подсчитанных величин были определены амплитуды (w^D) и постоянные времени (τ^D) двухкомпонентного приближения, определяемого также по данным измерений ДИАПИР-4005. В таблице 1, кроме этих данных содержится также сумма амплитуд экспоненциального приближения ($\sum w_i$), описывающего всю кривую затухания.

Таблица I.

	100,8 m	174,7 m	1184,6 m
w_1^D (%)	37,0	3,17	85,8
w_2^D (%)	12,1	1,31	9,0
w_1^D/w_2^D	3,1	2,41	9,6
τ_1^D (s)	4,4	3,8	12,8
τ_2^D (s)	0,26	0,35	0,23
$\sum w^D$ (%)	49,1	4,48	94,8
$\sum w_i$ (%)	48,7	4,39	94,6

По измерениям, проведенным на буровых кернах, можно сделать следующие основные выводы:

– методы интерпретации, разработанные советской и венгерской сторонами, соответственно, дают почти одинаковую информацию;

– параметры ВП указывают на отчетливую анизотропию, причем максимальные величины получаются при токе возбуждения, протекающем параллельно плоскости оруденения;

– по динамической возбуждаемости – как показывает и опыт НПО Геофизика – можно определить прежде всего различия, намечающиеся в текстуре оруденения. Увеличение содержания сульфида приводит к увеличению лишь амплитуд, однако текстура влияет и на форму кривой $\tilde{\eta}_{ik}$;

– поднобные выводы можно делать и по параметрам, определенным на основании измерений „ДИАПИР“ (см. таблицу I);

– величина вторичного сигнала, сохраняющегося в момент выключения ($\sum w$), может определяться с достаточной точностью также по 2-секундным измерениям.

Вышеуказанные выводы отчасти совпадают с выводами, сделанными по полевым измерениям в прошлом году (см. Годовой отчет за 1977 г.), однако, новым результатом является заключение, по которому в величинах аномалий ВП роль играют не только содержание сульфида, но и текстура оруденения и анизотропия. Полевые и лабораторные исследования теперь уже совместно подтверждают, что кажущиеся динамические параметры, определяемые по начальному отрезку кривой затухания, позволяют распознавать оруденения, характеризующиеся различной текстурой.

2. Краткое описание аппаратуры ДИАПИР-Е

Результатом работ по разработке аппаратуры, проведенных в 1978 г., является прямоточный цифровой автоматический прибор типа ДИАПИР-Е (рис. 50), предназначенный для измерения удельного сопротивления (т. е. первичного напряжения, создающегося на измерительных электродах) и трех различных параметров ВП. Кроме величин кажущегося удельного сопротивления, прибором в цифровом коде выводятся величина поляризуемости (P_a), относящаяся ко времени 0,25 сек, или величины заряжаемости для времен 0,775 и 5,325 сек (продолжительность интеграции для последней равна 0,65 сек). Измерение кривой затухания ВП запускается либо сигналом, поступающим с электродов MN, либо синхронным сигналом, получаемым с контура АВ. В последнем случае эталонный сигнал тока, необходимый для определения удельного сопротивления, поступает к измерительному устройству также из контура АВ. Компенсация ПС осуществляется совершенно автоматически посредством двухкаскадного компенсатора. Входное усиление может изменяться в пределах от 1 до 1000, шагами 10 дБ.

Аппаратура ДИАПИР-Е обслуживается весьма просто, вес ее небольшой (6,5 кг), в связи с чем она применяется прежде всего в рекогносцировочных съемках и в площадных наблюдениях, при которых при помощи одного питающего диполя можно измерять по нескольким профилям. Одновременно можно использовать 3-4 измерительных прибора.

3. Аппаратура типа GP-1/77

На основании большого объема полевых экспериментальных работ был создан окончательный опытный образец одноканальной аппаратуры высокой мощности и большой глубинности для изучения сульфидных оруденений, который был разработан в рамках соглашения по совместным работам, заключенного между Государственным комитетом технического

развития, Центральным геологическим управлением и ЭЛГИ. Эта аппаратура предназначена для высокоточного измерения как первичных, так и вторичных сигналов. Генератор работает в двух режимах. При выборках с линейно равными шагами, ряд времен выборок:

$$t_k = kt_0 2^{(n-1)}$$

где $t_0 = 25,6$ мсек

$$\text{и } 1 \leq n \leq 9.$$

При выборках с логарифмически равными шагами, ряд времен выборок:

$$t_{ki} = t_0 2^{(k-1)} (1 + 0,1 i)$$

где $t_0 = 16$ мсек

$$1 \leq k \leq 17$$

$$\text{и } 0 \leq i \leq 9.$$

Количество выборок может изменяться от 10 до 1000. Максимальная длина измерительного интервала равна 6547 сек. при линейных выборках и 1992,29 сек. при логарифмических выборках. Величина первичного сигнала, принятого в момент включения (U_T), а также потенциал, сохраняющийся в конце измерительного интервала (остаточный потенциал $U_{\text{ост}}$) компенсируются аппаратурой автоматически. Выбор степени усиления осуществляется также автоматически, в шести двоичных каскадах:

$$\varepsilon_k = \varepsilon_0 2^{(k-1)},$$

где ε_0 – усиление входного усилителя, и

$$1 \leq k \leq 7.$$

Для непрерывной проверки правильности работы аппаратуры служат данные, представленные в численной форме. Для записи данных применяются кассетные магнитные ленты 1/4" или перфоленты. Данные записываются в коде ГОСТ или ASCII.

Цифровая запись позволяет увеличить число каналов, с одной стороны, и непосредственную их обработку на ЭВМ – с другой.

4. Обработка кривых затухания ВП на ЭВМ

Обработка данных, получаемых при помощи аппаратуры типа GP-1/77 осуществляется на вычислительном устройстве типа HP-9815A. Основные особенности программы сводятся к следующему:

а) Для улучшения отношения сигнал/шум необходимо проводить как можно больше измерений. Записанные на перфоленду кривые затухания вводятся в вычислительное устройство; возможное смещение нулевой линии сигналов обратной полярности, или весьма медленно изменяющиеся компоненты удаляются цифровой фильтрацией. Одновременно с вычислением средних величин определяется и разброс, причем величины, отклоняющиеся от средних более значительно по сравнению с разбросом, не учитываются. Средняя оставшихся величин не содержит ни медленно изменяющиеся, ни импульсовидные шумы.

б) Из исправленных данных величины с одинаковым шагом во времени выбираются исходя из самого большого времени выборки и определяются их частные по парам. На основе частных – интерактивным путем – выбирается интервал, в котором содержится лишь составляющая с наибольшей постоянной времени. По данным, приходящимся на этот интервал, определяются параметры (w_1, τ_1) составляющей с наибольшей постоянной времени.

в) Из всех исправленных данных вычитывается составляющая, подсчитанная по (w_1, τ_1) и по остаткам, по способу, изложенному в предыдущем пункте, определяется величина (w_2, τ_2) . Эта процедура повторяется до тех пор, пока остатки не попадают в порядок величины шума.

г) Затем определяются разности между исправленными данными и экспоненциальным приближением. Разностная кривая представляется при помощи плоттера.

Подобная разностная кривая приведена на рис. 51. В большинстве случаев разности не достигают 0,5% от исправленных величин. Разброс, определяемый по повторным измерениям, имеет подобный порядок величины, следовательно экспоненциальное приближение может считаться весьма хорошим.

Разностная кривая позволяет дополнительно исправлять приближение. Если в более значительном интервале времени отмечается систематическое отклонение, то путем небольшого изменения величин (w_1, τ_1) в большинстве случаев можно прекратить систематичность отклонений.

В настоящем отчете в качестве примера приводится график динамических параметров, определенных по кривым затухания, записанным при двух различных временах возбуждения в одном из пунктов наблюдений района Бэржэнь (рис. 52). Путем увеличения времени возбуждения (T) можно определить и составляющие, характеризующиеся повышенными постоянными времени. Кривизна обеих кривых ($w; \tau$), т. е. отношения амплитуд, почти одинаковы. А это означает, что динамические параметры, получаемые при более коротких временах возбуждения, также могут использоваться для классификации кривых затухания ВП.

Отделом экспериментальной электроразведки Института с 1976 г. проводятся искусственные частотные зондирования (ЧЗ). Измеряя горизонтальную электрическую и вертикальную магнитную составляющую заземленного электрического диполя, изучаются различные зоны поля питающего диполя (рис. 53). Теоретически можно показать, что при наличии среды с удельным сопротивлением ϱ на данном периоде (T), на расстоянии R от датчика, меньшем двадцатой части длины волны (λ) (ближняя зона), можно осуществлять только геометрическое зондирование, т. е. различная глубинность достигается только путем геометрического изменения установки электродов. На более значительных расстояниях (переходная зона), или даже при больших длинах волн, с применением более значительных расстояний между питающим и приемным диполями (волновая зона), благодаря скин-эффекту, можно проводить и частотное зондирование.

Зависимость точек кривых удельного сопротивления (ϱ_E) от частоты получается по следующей формуле:

$$P_E(f) = K_E \cdot \frac{\Delta U(f)}{I(f)} \quad K_E = \frac{\pi \cdot R^3}{AB \cdot MN}$$

где K_E – постоянная, зависящая от геометрии,
 $\Delta U(f)$ – сигнал, измеренный на электродах MN,
 $I(f)$ – амплитуда тока, введенного в землю.

Интерпретация кривых зондирования могла бы осуществляться и стандартным путем с использованием семейства теоретических кривых, но такие не имеются в нашем распоряжении. Разработан метод количественно-качественной интерпретации, сущность которого заключается в том, что параметры кривых ЧЗ получаются по вспомогательным кривым [$S(H)$, $T(H)$]:

$$S(H) = H/\varrho_E; \quad \varrho_S(H) = \frac{\varrho_E}{1 - \frac{d \log \varrho_E}{d \log H}}$$

$$T(H) = H \varrho_E; \quad \varrho_T(H) = \varrho_E \left(1 + \frac{d \log \varrho_E}{d \log H} \right)$$

$$H = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{10^7 \varrho_E}{f}},$$

где H – эффективная глубина,

$S(H)$ – суммарная проводимость,

$T(H)$ – суммарное сопротивление и

$\varrho_S(H)$ – дифференциальные удельные сопротивления, полученные по производным S и T , соответственно.

Для выполнения весьма большого объема вычислительных операций, и для представления кривых разработан пакет программ для вычислительного устройства типа НР 9815 А.

Величины естественных (магнитотеллурических) и искусственных помех (50 гц, и высшие гармоники этой частоты, СДВР и прочие радиоволны), которые с точки зрения измерений по методу ЧЗ считаются шумами, измерялись в различных частях территории страны в диапазоне частот от 1,5 гц до 150 кгц. Для иллюстрации ожидаемого спектра электрических помех (при кажущихся сопротивлениях ок. 20 ом) здесь приводятся результаты измерения помех, полученные в 1976 г. в районе Пецел (рис. 54). Из рисунка видно, что искусственное частотное зондирование можно проводить с использованием сигналов амплитудами 200–500 мкв/км и фильтров узкой полосы, в диапазоне частот до 10 кгц за исключением полосы ок. 50 гц и ее высших гармоник, а также в диапазоне от 25 до 50 кгц.

Исследования для изучения небольших глубин проводились с использованием советской аппаратуры типа НЧЗ-73 непрерывно в диапазоне частот от 70 гц до 10 кгц, а с использованием собственной аппаратуры – в диапазоне частот от 20 гц до 20 кгц на 40 дискретных частотах; исследования для изучения больших глубин выполнялись с использованием генераторной станции типа ЭРС-67 и пятиканальной цифровой измерительной аппаратуры типа DEF-1 в диапазоне частот от 0,02 гц до 20 кгц на 21 дискретной частоте.

Наблюдения для изучения как малых, так и больших глубин были проведены в различных частях территории страны приблизительно на 15 профилях, в переходной или волновой зонах, как правило, с дипольной экваториальной установкой.

Одна из кривых зондирования и ход интерпретации показаны на рис. 55. В описании работ, проведенных для изучения конуса наносов р. Марош (раздел 1.5) приведен интерпретированный разрез по всему профилю ЧЗ.

Электромагнитные исследования

В 1977 г. были начаты методические эксперименты с использованием аппаратуры канадской фирмы Сцинтрекс типа SE-77 для изучения возможности применения электромагнитной съемки системы ТУРАМ в разведке бокситовых месторождений Венгрии. Задачей работ было изучение рельефа фундамента высокого сопротивления, перекрытого хорошо проводящими осадочными отложениями и выявление небольших прогибов, карстовых воронок в основании. Специальной проблемой здесь является

то, что при такой геологической модели ожидаемые аномалии намного меньше тех, которые встречаются в стандартных рудоразведочных задачах. Кроме этого, в связи с наличием хорошо проводящих пластов в покрове, общеизвестная поправка за открытый воздух уже не оказывается достаточной.

Было обнаружено, что взаимная индуктивность двух измерительных обмоток и зависимость величин ТУРАМ от напряженности поля представляют собой факторы, отрицательно влияющие на точность измерений. Разработаны техника наблюдений и способ поправок, позволяющие снизить погрешности, связанные с указанными эффектами, до соответствующих пределов для всей территории съемки. Разработан соответствующий алгоритм для теоретического вычисления магнитного поля, возбужденного прямоугольной петлей конечного размера, располагающейся на поверхности проводящего полупространства. Отклонения от этих нормальных полей могут считаться электромагнитными аномалиями. Метод обработки данных позволяет определять удельное сопротивление нормирующей модели исключительно по данным наблюдений ТУРАМ. В результаты полевых наблюдений – в соответствии с вышеизложенной системой обработки – вводятся поправки при помощи применяемого в полевых условиях вычислительного устройства типа НР 9815-А и в конечном итоге получается карта аномалий, представленная в виде изолиний.

Измерения, проводимые на нескольких частотах, дают возможность выяснить также вопрос о том, вызваны-ли аномалии неоднородностями приповерхностной толщи, или же изменениями глубины залегания основания. Для того, чтобы эффективно использовать метод для более широкого диапазона глубин залегания основания и удельных сопротивлений покровной толщи, необходимо в значительной мере увеличить количество частот.

Эффективность метода при величинах параметра $\mu = \sqrt{\frac{f}{\rho}} > 5$ (где f – частота, ρ – удельное сопротивление покровной толщи) и при глубинах залегания основания h – 200 м, непосредственно подтверждена проведенными экспериментальными исследованиями. В качестве примера здесь приведены результаты экспериментов, проведенных в районе залежи № 1 Баконьослоп (рис. 56). На карте аномалий частных напряженности поля нанесены и изогипсы глубины залегания доломитового основания высокого сопротивления, построенные по данным скважин. Так корреляция между прогибом основания и величиной аномалии может непосредственно проверяться. В южной части района работ было проведено и прямоточное потенциальное картирование. Вышеуказанные величины сопоставляются по геологическому разрезу А–А'. Прогиб ос-

нования выявляется и в результатах потенциального картирования, но границы оврага более точно выделяются по данным, полученным аппаратурой SE-77.

Метод инвариантного сопротивления СДВР

Для геофизического оконтуривания неглубоко залегающих бокситовых тел применялся метод инвариантного сопротивления СДВР, являющийся усовершенствованным вариантом метода сверхдлинноволнового радиокипа.

Недостатком стандартного метода СДВР является то, что угол между датчиком и простиранием геологической структуры влияет на аномалию, образующуюся над структурой. Разработанный вариант этого метода, в котором исключена эта зависимость от направления, имеет достаточно высокую разрешающую способность для его применения в детальных работах по оконтуриванию структур.

Пользуясь формальным подобием теорий электромагнитных волн СДВР и магнитотеллурики, аналогично тензору магнитотеллурического импеданса, можно определить тензор кажущегося удельного сопротивления.

Аппаратурой СДВР типа ЕМ-16R измеряются кажущееся удельное сопротивление ϱ_{xy} , соответствующее импедансу Z_{xy} , а также его фазовый угол (φ). Для этих величин действительно соотношение

$$\varrho_{xy}(\alpha)e^{-i\varphi} = 0,2 T \left| \frac{E_x}{H_y} \right|^2 e^{-i \operatorname{Arg} \frac{E_x}{H_y}} \quad (1)$$

где T – время периода электромагнитной волны СДВР,

α – разность углов направлений датчика и наблюдений

E_x – вектор напряженности электрического поля в направлении датчика,

H_y – вектор напряженности магнитного поля перпендикулярно датчику.

Кажущееся удельное сопротивление ϱ_{xy} зависит от геометрического угла α . В магнитотеллурике для построения полярной диаграммы импеданса Z_{xy} используется изменение (вращение) электромагнитного поля во времени. В рассматриваемом методе измеряется поле, создаваемое датчиками СДВР в трех различных направлениях и на этом основании можно вычислить кажущееся удельное сопротивление $\varrho_{xy}(\alpha)$ для любого геометрического направления α , следовательно, можно построить полярную диаграмму $\varrho_{xy}(\alpha)$.

Исходя из соотношения Бердичевского, можно записать:

$$\varrho_{xy}(\alpha)e^{-i\varphi} = \bar{\varrho}_{xy} \sin^2 \alpha + \bar{\varrho}_{yx} \cos^2 \alpha + (\bar{\varrho}_{xx} - \bar{\varrho}_{yy}) \sin \alpha \cos \alpha. \quad (2)$$

где $\bar{\varrho}_{xy}$, $\bar{\varrho}_{yx}$, $\bar{\varrho}_{xx}$, $\bar{\varrho}_{yy}$ элементы тензора кажущегося удельного сопротивления.

По величинам $\varrho_{xy}(\alpha)$ трех различных направлений и величинам φ можно вычислить постоянные, входящие в правую сторону уравнения (2).

При помощи инвариантного метода СДВР для каждого пункта наблюдений можно построить полярную диаграмму $\varrho_{xy}(\alpha)$, которая интерпретируется точно так же, как магнитотеллурические полярные диаграммы Z_{xy} .

При наличии полярной диаграммы можно определить инвариантное кажущееся удельное сопротивление:

$$\varrho_{INV} = \sqrt{\frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} [\varrho(\alpha)]^2 d\alpha}. \quad (3)$$

В этих величинах ложные аномалии, возникающие за счет поляризации волн, намечаются лишь в пренебрегаемой мере, благодаря чему они лучше отражают истинные удельные сопротивления.

По данным наблюдения полярные диаграммы и карты сопротивлений вычисляются и строятся вычислительным устройством НР 9815-А.

Метод инвариантного сопротивления СДВР успешно применялся и на практике в работах по оконтуриванию залежей в районе Ихаркут (см. раздел 1.1, рис. 6).

Автоматическое представление геолого-геофизических карт

В результате разработки алгоритмов для построения карт, в 1978 г. была решена задача построения изолиний по неправильной сети.

Из математических требований этой задачи здесь следует упомянуть о двух существенных факторах:

- поверхность, строимая по величинам, характерным для неправильно распределенных пунктов, отражает оцениваемые тенденции геологического строения и места с экстремальными величинами, даже в том случае, если на точки максимума или минимума не приходятся пункты наблюдений;

- поверхность должна быть устойчива против погрешностей измерений, небольшое изменение величин отдельных пунктов должно лишь в незначительной мере влиять на поверхность, и только вблизи этого пункта.

Первое требование вызывает необходимость связывания вторичных поверхностей, а второе – необходимость того, чтобы такая привязка была не строгой, т. е. не предъявляется требование точно восстановить измеренные величины в пунктах наблюдений, а требуется привести отклонения до минимума по весовой функции, быстро затухающей с расстоянием.

Построение изолиний осуществляется в двух основных этапах. Сначала проводится интерполяция для точек правильной сети с таким расчетом, чтобы для каждой точки сети решить следующую задачу:

$$\sum_i \mu_i(r_i)(Z_i - F(\bar{P}, r_i))^2 = \min$$

где $\mu_i(r_i)$ – весовая функция, зависящая от расстояния,

Z_i – величина, заданная в i -евом пункте наблюдений;

$$F(\bar{P}, \bar{r}_i) = a + bx_i + cy_i + dx_i y_i + ex_i^2 + fy_i^2$$

где x_i, y_i – означают относительные координаты между точкой сети и пунктом наблюдений r_i (рис. 57).

Решая задачу минимума для вектора \bar{P} , состоящего из коэффициентов a, b, c, d, e, f , величина, интерполированная на точки сети, при подстановке $x - y = 0$, будет постоянным членом „ a “.

Весовая функция $\mu_i(r_i)$ была подобрана в виде (рис. 58):

$$\mu_i(r_i) = \begin{cases} W_i \frac{1}{r_i^{2k}} & \text{при } r_{\min} \leq r_i \leq r_{\max} \\ 0 & \text{при } r_i > r_{\max} \\ W_i \frac{1}{r_{\min}^{2k}} & \text{при } r_i < r_{\min} \end{cases}$$

где W_i – вес (входные данные) характеризующий достоверность отдельных наблюдаемых величин,

r_{\max} – расстояние, за которым пункты не учитываются программой для экономии машинного времени (входные данные),

r_{\min} – параметр, предыдущий переполнению весовой функции: в пределах этого пункты имеют уже равный вес (входные данные),

k – значение, определяющее затухание весовой функции, которое было принято нами по эмпирическим данным, равным 2.

На втором этапе построение изолиний по правильной сети выполняется по стандартным алгоритмам, служащим для этой цели.

Программа создана для ЭВМ Минск-32 и накопленный до сих пор опыт показывает, что она позволяет получить соответствующую картину, если плотность пунктов в различных частях района не различается в значительной мере. Программа использовалась для построения карт глубин по данным скважин. В качестве примера приводится тектоническая карта,

построенная для юго-восточного предгорного участка гор Герече (рис. 59). Для облегчения интерпретации карта глубин представлена и в аксинометрически построенной форме.

Трехмерное математическое моделирование

В области математического моделирования электроразведочных данных, после решения двумерных задач (см. Годовой отчет за 1976 г.) было показано, что метод интегральных уравнений, выводимый из теории потенциалов, позволяет вычислять влияние тел конечных размеров, расположенных в слоистой среде, также в трехмерном поле.

Принцип метода сводится к следующему. Дредполагается, что при определенной основной модели – которая может быть представлена напр. однородным или горизонтально-слоистым полупространством – известна потенциальная функция $G(x, y)$ для любого положения источника \bar{y} и пункта наблюдений \bar{x} , т. е. электрический потенциал точечного заряда, помещенного в y на месте \bar{x} .

Затем основная модель дополняется элементом конечного протяжения. Потенциал для новой модели находится как наложение вторичного потенциала на первоначальный:

$$U(\bar{x}, \bar{y}) = G(\bar{x}, \bar{y}) + V(\bar{x}, \bar{y}) \quad (4)$$

Вторичный потенциал V возбуждается (пока неизвестной) плотностью заряда, образующегося на поверхности возмущающего тела:

$$V(\bar{x}, \bar{y}) = \iint_S G(\bar{x}, \bar{\eta}) \varphi(\bar{\eta}, y) dS_{\bar{\eta}}, \quad (5)$$

где S – поверхность возмущающего тела.

Для определения плотности заряда введем следующие обозначения: пусть в пункте $\bar{\xi}$ поверхности S , $V(\bar{\xi})$ будет нормальный вектор, „направленный наружу“, и

$$\left. \begin{array}{l} \frac{\partial^+ F(\bar{\xi}, \bar{y})}{\partial \nu(\bar{\xi})} \\ \frac{\partial^- F(\bar{\xi}, \bar{y})}{\partial \nu(\bar{\xi})} \end{array} \right\} \text{предел производной } F(\bar{x}, \bar{y}) \text{ по } \nu(\bar{\xi}),$$

взятый на месте $(\bar{x} \rightarrow \bar{\xi}) \begin{cases} \text{снаружи} \\ \text{изнутри} \end{cases}$

$$\text{где } F = \begin{Bmatrix} G \\ V \\ U \end{Bmatrix}.$$

По теории потенциалов для $V(x, y)$ имеются соотношения:

$$\frac{\partial^+ V(\xi, y)}{\partial v(\xi)} = -\frac{1}{2}\varphi(\xi, \bar{y}) + \int_S \int \frac{\partial^+ G(\xi, \bar{\eta})}{\partial v(\xi)} \varphi(\bar{\eta}, \bar{y}) dS_{\bar{\eta}} ;$$

$$\frac{\partial^- V(\xi, y)}{\partial v(\xi)} = +\frac{1}{2}\varphi(\xi, \bar{y}) + \int_S \int \frac{\partial^- G(\xi, \bar{\eta})}{\partial v(\xi)} \varphi(\bar{\eta}, \bar{y}) dS_{\bar{\eta}} .$$

С использованием вышеуказанных двух соотношений, при выполнении условия, предписанного для составляющей нормального направления тока, протекающего через поверхность, получаем интегральное уравнение:

$$\varphi(\xi, \bar{y}) = \int_S \int 2 \frac{\varrho^-(\xi) \frac{\partial^+ G(\xi, \bar{\eta})}{\partial v(\xi)} - \varrho^+(\xi) \frac{\partial^- G(\xi, \bar{\eta})}{\partial v(\xi)}}{\varrho^-(\xi) + \varrho^+(\xi)} \varphi(\bar{\eta}, \bar{y}) dS_{\bar{\eta}} =$$

$$= 2 \frac{\varrho^-(\xi) \frac{\partial^+ G(\xi, \bar{y})}{\partial v(\xi)} - \varrho^+(\xi) \frac{\partial^- G(\xi, \bar{y})}{\partial v(\xi)}}{\varrho^-(\xi) + \varrho^+(\xi)} ; \quad (6)$$

где $\left\{ \begin{array}{l} \varrho^-(\xi) \\ \varrho^+(\xi) \end{array} \right\} - \left\{ \begin{array}{l} \text{внутреннее} \\ \text{внешнее} \end{array} \right\}$ сопротивление в пункте ξ поверхности.

Интегральное уравнение (6) представляет собой уравнение Фредгольма второго рода, следовательно, существует однозначное решение. Предполагая, что по этому уравнению величина φ определена, новый потенциал, т. е. его градиент может быть определен по формулам (4, 5).

При численном применении метода интегралы заменяются конечными величинами, в связи с чем (6) превращается в систему линейных уравнений.

На рис. 60 показана карта теоретических потенциалов, получаемых над прогибом формы прямоугольного тела, располагающегося в двухслойной среде. В процессе работ по рассматриваемой теме в настоящее время проводится проверка численных результатов и условий сходимости. Внедрение результатов в практику интерпретации геофизических данных представляет собой задачу следующих лет.

В области *разработки аппаратуры РК* было создано два типа зондов для изучения нефтегазовых скважин, которые работают с наземной аппаратуры РК типа KPF, ранее разработанной в Институте. Трехпараметровый зонд РК типа KRGNN – 3-150-43sHY позволяет одновременно записывать кривую РК и кривые ННК при двух различных длинах зонда.

Зонд для измерения плотности жидкости типа KRFD-1-150-43sM предназначен для непрерывного измерения плотности жидкости, заполняющей скважины. Измерение плотности жидкости основывается на „просвечивании“ жидкости, протекающей через перфорированный корпус зонда между источником мягкого гамма-излучения и детектором. Возмущающее влияние скважины уменьшается за счет направленности источника лучей и экранирования сцинтилляционного счетчика. Зонд типа KRFD-1-150-43sY может быть связан с локатором муфт типа KL-1-150-43Y, разработанным в Институте, так, одновременно с измерением плотности жидкости, заполняющей скважины, определяется и положение муфт обсадной колонны скважины.

Для рентгенорадиометрических измерений разработан скважинный прибор KRGE-1-50-36X диаметра 36 мм, предназначенный для селективного по энергии измерения гамма-лучей и для определения количественного и качественного состава горных пород. Зонд, прижимаемый к стенке скважины, при использовании пары выравненных в соответствии с изучаемым элементом фильтров, управляемых с поверхности, позволяет проводить и горнокаротажные работы на небольших глубинах.

Электроника зонда, блок-схема которого представлена на рис. 61, построена с использованием интегральных схем CMOS, характеризующихся низким уровнем шумов. Скважинный прибор подключается к наземной энерго-селективной каротажной аппаратуре посредством четырехжильного кабеля.

В области *разработки ядерных методов* в лабораторных условиях проведено сопоставление результатов анализа серии порошковидных образцов с известной концентрацией меди (в диапазоне 0–5%), полученных при помощи рентгенорадиометрического зонда типа KRGE-1-50-36x и пере-

носной рентгенорадиометрической аппаратуры типа NE 5017, соответственно. При этом было получено весьма хорошее совпадение.

Основные характеристики зондов содержатся в таблице II.

Таблица II

	KRGNN-3-150-43sHY	KRFD-1-150-43sY
Теплостойкость	(-5) - (+150 °C)	(-5) - (+150 °C)
Головка зонда	соединитель 36/3 стандарта СЭВ	соединитель 36/3 стандарта СЭВ
Диаметр зонда	43 мм	43 мм
Детекторы:		
- чувствительный элемент для гамма-излучения	высокочувствительная сцинтилляционная система	высокочувствительная сцинтилляционная система
- чувствительный элемент для нейтронов	пропорциональные счетчики, наполненные газом ^3He	-
Источник излучения	Am-Be или Pn-Be 10^7 - 10^8 нейтронов в сек, 190-370 GBq (ок. 5-10 кюри)	170 T 37 GBq (1 кюри)
Расстояние между источником и детектором	300-400 и 600-700 мм, соответственно	300 мм
Устойчивость зонда к давлению	49 МПа (500 ат)	49 МПа (500 ат)
Диапазон измерений	-	0,85-1,3 г/см ³
Точность измерений	-	0,03 г/см ³
Применяемые типы каротажного кабеля	однотельный бронированный кабель или две жилы любого многожильного каротажного кабеля, сопротивление шлейфа которого 200 ом; емкость между жилами - 0,75 мкф	

В районе исследований Надъэдъхаза-Чордакут в скважинах, содержащих бокситы и уголь, с использованием спектральных зондов типа KRGE-1-120-76s и KRGE-1-120-60s были начаты основные исследования. При этом изучались концентрации калия (1,37-1,55 мэв), урана (1,58-1,95 мэв) и тория (2,45-2,85 мэв) в указанных диапазонах энергии. При изучении общего распределения радиоактивных веществ в районе (серии анализов на образцах с 3-4 составляющими) были получены результаты, согласующиеся с ранее проведенными измерениями.

В скважинах малого диаметра, пробуренных для разведки на полезные ископаемые, были продолжены экспериментальные исследования. Количественная интерпретация полученных данных была проведена по диа-

граммам моделирования. Каротажные работы проводились в основном в районах Чордакут и Рудабанья, где наблюдения по изучаемым методам (ГГК, ННК) были повторены для контроля с использованием других типов зонда. По кривым, полученным зондом типа KRNG-2-130-36sH была подсчитана пористость по нейтронам. Представляя полученные величины в виде диаграммы частоты пористости, можно хорошо разделить между собой различные горные породы. По кривым, полученным при помощи зонда типа KRG-2-120-36s определялись величины плотности. Результаты представлены в виде графика частоты плотности, на котором отдельные горные породы хорошо различаются между собой. Зная величины плотности, с использованием известных в районе матричных данных, вычислялись величины пористости. По серии результатов построенной графики плотности – нейтронной пористости, на котором отдельные типы горных пород хорошо разделяются.

С использованием трехпараметрового зонда РК типа KRGNN-3-150-35sHY каротажные наблюдения проводились в толще осадочных отложений, залегающей на больших глубинах. Опыт получения и интерпретации данных показал, что для получения реальных величин пористости отложений, за исключением известковых-доломитовых толщ, необходимо учитывать также данные других видов каротажных работ.

В связи с рассматриваемой темой были проведены и теоретические исследования с двухгрупповыми нейтронно-диффузионными уравнениями для изучения полей нейтронов на трехслойной модели.

С учетом изменений окружающей скважину среды в радиальном направлении, изучались следующие модели:

а) Слои насыщены соленой водой содержащей NaCl, скважина заполнена пресной водой и зона обводнения насыщена пресной водой;

б) пласты насыщены пресной водой, скважина заполнена соленой водой, содержащей NaCl, зона обводнения насыщена соленой водой.

Изучение матрицы горных пород типа известняка и кварцевого песчаника показало, что пористость изменяется в обоих случаях от 0 до 40%. Для вычислений применялись постоянные, опубликованные в Годовом отчете за 1977 г.

Изучались величины потока групп Φ_1 и Φ_2 для трехмерной модели $[\Phi_{1A}(0; z)$ и $\Phi_{2A}(0; z)]$ причем они были сопоставлены с величинами Φ_{1A}^∞ и Φ_{2A}^∞ потоков, относящихся к соответствующим двухслойным моделям:

$$Q_1 = \frac{\Phi_{1A}(0; z)}{\Phi_{1A}^\infty(0; z)} \quad \text{и} \quad Q_2 = \frac{\Phi_{2A}(0; z)}{\Phi_{2A}^\infty(0; z)}$$

Индексы 1 и 2 относятся к тепловым и сверхтепловым нейтронам. По ранее проведенным вычислениям $Q=1$, поскольку зона обводнения и не-

нарушенный слой различаются между собой только по постоянной группе сверхтепловых нейтронов L_2 .

Полученные результаты и сделанные по ним выводы сводятся к следующему:

- коэффициент Q больше единицы, если обводнение происходит соленой водой, ненарушенный пласт насыщен пресной водой и Q меньше единицы, если обводнение осуществляется пресной водой и пласт насыщен соленой водой;

- с увеличением глубины обводнения и диаметра скважины уменьшается влияние третьего слоя;

- коэффициент Q имеет максимум и минимум при наименьшем диаметре скважины и наименьшем обводнении, соответственно. Так, по результатам исследований, проведенных Геофизической кафедрой Университета им. Этвеша в 1978 г., для известняка, при диаметре скважины равном 150 мм и обводнении на 10 см, максимальное изменение потока равно +6% и –15%, соответственно (см. рис. 62);

- коэффициент Q достигает своего максимума в диапазоне величин пористости ок. 10–20%;

- при наличии песчаных отложений влияние зоны обводнения оказывается более значительным, чем при наличии известняков.

По линии усовершенствования каротажной аппаратуры для изучения небольших глубин, для замены фоторегистраторов, с использованием элемента „Analcont“ выпуска завода ГАММА были созданы серии регистраторов-самописцев. Их преимуществами являются, между прочим, лентопротяжка при помощи шагающего двигателя и их питание с аккумулятора, благодаря чему потребляемая ими мощность исключительно низка.

Записывающее устройство типа KRG-2101 предназначенное для решения более простых задач, позволяет одновременно записывать данные двух каналов на бумагу шириной 100 мм. Маркировка глубин осуществляется резкими отклонениями.

Регистрирующее устройство типа KRG-4101 позволяет записывать одновременно четыре кривые на две бумаги шириной 100 мм каждая. Благодаря своей конструкции это устройство может осуществлять запись данных двух каналов дважды, в различных масштабах глубины, что имеет большое значение особенно при разведке на угли и руды, поскольку тем самым уменьшается количество каротажных операций.

Устройство типа KRG-4251 предназначена для одновременной записи данных четырех каналов на бумагу шириной 260 мм по шкале 2×100 мм. Для маркировки глубин служит отдельный канал.

Была расширена область применения цифровой системы каротажной аппаратуры К-3000 путем сопряжения ее с скважинными приборами ин-

дукционного и акустического каротажа. В процессе первых экспериментов по обработке полевых методических исследований по методу АК, по кривым, полученным в толще триасового карбонатного основания бокситоносного района Задунайской области, были определены механические параметры (число Пуассона, модуль Юнга, модуль сжатия, модуль среза).

В области разработки *системы каротажной аппаратуры и устройства для экспресс-обработки данных, управляемой микровычислительной машиной*, за отчетный год был создан опытный образец системы (рис. 63). Полевое испытание последнего будет начато во второй половине 1979 г. и до конца 1980 г. будет создано два образца для производственной работы.

При конструкторских работах учитывались, главным образом, требования разведки на твердые полезные ископаемые и на воды. Для применения аппаратуры в нефтегазовых скважинах, необходимо ввести изменения как во внешние устройства, так и в матобеспечение.

Основные характеристики системы сводятся к следующему:

- она позволяет одновременно получить 9 аналоговых кривых и записать их в цифровой код; измерять радиоактивные импульсы с селекцией по интенсивности с не более чем 2 детекторами, с дискретизацией по 128 каналам (максимальная суммарная частота импульсов обоих детекторов равна 2500 имп. в сек.);

- она позволяет присоединить кривые, полученные в процессе следующих друг за другом подъемов правильно по глубине, т. е. в процессе измерений за „n“-овый подъем, имеются в распоряжении все кривые предыдущего „n-1“-ого подъема и актуального (n-вого) подъема в мультиплексной форме, упорядоченной по глубине;

- между существующими (записанными за определенный подъем) кривыми и операндами определенного типа, можно задать операции, выполняемые по пунктам, для чего в системе предусмотрены специальные функции;

- параметры измерений и алгоритм обработки данных могут задаваться по клавишам или с кассетной магнитной ленты. При обработке данных используется разработанный в Институте специализированный язык „КАРОЛИН“;

- результаты обработки могут быть представлены в виде кривой, но и записаны на магнитную ленту. С результирующей кривой можно обращаться точно так же, как и с наблюдаемыми, т. е. они пригодны для дальнейшей обработки;

- любая из наблюдаемых или результирующих кривых может быть представлена на фоторегистраторе или на экране осциллографа, или же выдана по точкам цифровым индикатором. На фоторегистратор одновре-

менно можно выводить не более 9, на экран – не более 4, а на цифровой индикатор – 1 кривую; в процессе измерений они могут быть произвольно выбираться;

- изменение пределов измерений и связанные с этим калибровки осуществляются автоматически;
- в интервалах маркировки системой вводятся поправки в величины глубин.

Были проведены вычисления на моделях для определения теоретических величин удельного сопротивления для вертикально-слоистой среды большой мощности, характеризующейся симметрией вращения в отношении к оси скважины. Величины, действительные для семи- и девяти-электродных потенциал- и градиент-зондов с направленным полем тока были вычислены с использованием алгоритма дискретной конволюции, разработанного Геофизической кафедрой Университета им. Этвеша (Д. Драхош и П. Шалат) и серии подсчитанных ими же коэффициентов фильтрации, на ЭВМ Минск-32. Точность метода была сопоставлена с результатами, достигнутыми авторами ранее опубликованных работ (см. список литературы). При этом было получено в основном, хорошее совпадение, более значительные отклонения наблюдаются только в величинах, определенных аналоговым способом электронным интегратором.

Таблицы семейства кривых, действительных для зондов с направленным полем тока, относятся к зондам со следующим расположением электродов:

Зонд большой глубинности: $A_0 0,2 M_1 0,2 N_1 1,1 A_1 \infty B_1$

Оптимальный зонд: $A_0 0,3 M_1 0,2 N_1 0,5 A_1 \infty B_1$

Короткий псевдобоксозой зонд: $A_0 0,1 M_1 0,1 N_1 0,1 A_1 0,2 B_1$

Длинный псевдобоксозой зонд: $A_0 0,2 M_1 0,2 N_1 0,2 A_1 0,9 B_1$

Разумеется, теоретические кривые могут быть вычислены и для зондов с длинами отклоняющимися от вышеуказанных. Таблицы теоретических кривых опубликованы в отдельном сборнике.

В рамках программы морских исследований продолжались работы по разработке комплексной ядерной анализирующей системы. Аппаратура устанавливается на судне или монтируется на автомашину и предназначена для количественного анализа составляющих образцов морских и наземных россыпей или прочих типов горных пород и металлов.

Основные составляющие (Al и Si) изучаемых веществ определяются при помощи устройства типа BEA-1000, разработанного на основе теории активационного анализа, проводимого с закрытым источником нейтронов. В соответствии с специальными требованиями, связанными с помещением аппаратуры на борту судна, она имеет соответствующие малые габариты и массу. Выполнение измерений, определение процентных ве-

личин изучаемых составляющих, запись результатов осуществляются полностью автоматически.

Погодоустойчивость автоматического спектрального анализатора типа ASA 1024-16, используемого для спектральных анализов XRF была повышена и с использованием устройств венгерского производства, был создан экспрессный анализатор XRF. Аппаратура позволяет одновременно определять 10–12 произвольно выбранных составляющих с порядковым номером $z > 20$.

Закончены работы по созданию матобеспечения микро-ЭВМ типа EMG 301, выполняющей автоматическую интерпретацию данных наблюдений. При помощи созданной аппаратуры анализировались образцы руд, взятых в районе Речк.

Для расширения применения анализа XRF в Венгрии, по поручению Венгерского завода стальных изделий, а также Чепельского завода железной и металло-промышленности, были проведены металло-технологические испытания материалов на стали для клапанов, сплавах олова-бронза, а также на специальных металлургических шлаках.

В 1978 г. было проведено приблизительно 7000 анализов для 20 элементов, для диапазонов концентрации, указанных в таблице III (см. стр. 92).

3 ИССЛЕДОВАНИЯ
В ОБЛАСТИ ФИЗИКИ ЗЕМЛИ

В 1978 г. осуществлено обновление аппаратурной оснащенности Ти-ханьской обсерватории. Новый парк приборов дает возможность записывать временные вариации составляющих геомагнитного поля (D, H, Z, F) лучше чем до сих пор и способствует более точному и простому выполнению абсолютных измерений.

Стандартные вариационные системы (Ла Кур), записывающие временные вариации, заменены приборами системы Боброва, оснащенными кварцевыми нитями и магнитом с температурной компенсацией. Подстройка, регулировка новых приборов, проверка и определение их параметров уже выполнены. Для проверки продолжается эксплуатация одной из систем Ла Кур.

Группы новых вариационных приборов, непрерывно работающих с начала сентября, характеризуются следующими величинами чувствительности:

0,5 нТ/мм	(D, H, Z – Бобров I)
2,0 нТ/мм	(D, H, Z, F – Бобров II)
5,0 нТ/мм	(D, H, Z – Бобров III)

Начиная с сентября 1978 г. основной группой приборов для получения геомагнитных данных Обсерватории является система Боброва II.

В конце года в Обсерватории был временно установлен мобильный вариант приборов системы Боброва (Бобров М, чувствительность 1 нТ, составляющие D, H, Z), который может использоваться на внешних станциях для длительной регистрации.

Кроме вышеперечисленных аналоговых записывающих систем, продолжается производственная эксплуатация цифровой вариационной станции Обсерватории с записью на перфолентах.

Для увеличения точности абсолютных измерений служит протонно-прецессионный магнитометр типа ELSEC, внедренный ок. середины года. Этот прибор предназначен для измерения составляющих F и – по принципу компенсации – H и Z. Составляющая F записывается длительное время с выборками через минуты. Запись осуществляется устройством термического печатания с цифровым индикатором, компенсографом и

цифровым магнитным устройством с лентами в кассетах. В отчетном году в Тиханьской обсерватории были проведены сравнения протонных приборов различных типов, принадлежащих Обсерватории Хурбаново (ЧССР) и Московскому институту ИЗМИРАН, причем поле определялось с точностью до ± 1 нТ.

Начата машинная обработка серии данных о временных вариациях составляющих геомагнитного поля. Записанные величины поля будут храниться в соответствующем банке данных на магнитных лентах, откуда их можно вызывать при помощи подпрограмм, хранящихся на дисковой памяти, для проведения стандартной обработки (напр. составление анналов) или для анализа в соответствии с специальными запросами потребителей.

В области исследования магнитосферы продолжались работы по записи свистящих атмосфериков, осуществляющейся одновременно с измерениями с борта искусственного спутника типа ИК-18, а также по их систематической записи каждый час в течение 2 минут; продолжалась статистическая и аналитическая обработка полученных данных. Для повышения эффективности обработки, считывание данных с сонограмм осуществляется устройством для преобразования данных в цифровой код. Применение этого устройства позволяет построить графики плотности электронов по значительно большему чем до сих пор объему данных. Статистические данные публикуются в Анналах Тиханьской обсерватории.

В 1978 г. в городах Тихань, Печ и Шопрон проводились наблюдения гравитационных приливов. В соответствии с планом работы рабочей группы 3.3 КАПГ, в октябре 1978 г. регистрирующие гравиметры были установлены в Потсдаме. Эти наблюдения в ГДР будут продолжаться, по всей вероятности, до второго полугодия 1979 г.

Продолжались работы по изучению деформаций Земли, происходящих на воздействие внешних нагрузок и описываемых рядом чисел нагрузки. В результате этих исследований был подсчитан эффект некоторых природных явлений, действующий на поверхность Земли и на поле силы тяжести. Так напр. изучалось влияние длиннопериодных изменений уровня моря на поверхность нашей планеты. При этом было обнаружено, что изменение уровня моря амплитудой 10 см, распространяющееся на площадь 10^2 км⁶, приводит к изменению уровня поверхности берега, причем удаляясь от моря на 150–200 км, это изменение все еще превышает 0,7 мм. Гравитационное изменение, происходящее на воздействие изменения атмосферного давления (если это появляется напр. на сферическом квадрате $5^\circ \times 5^\circ$) составляет $-0,27$ микрогал/мбар, в то время, как колебание поверхности Земли равно 0,04 мм/мбар. Колебания уровня грунтовых водн сопровождаются также изменением нагрузки. По гармоническому анализу данных, полученных из скважин, было обнаружено их годовое изменение амплитудой в среднем 70 см, а это означает, что в связи с про-

исходящим таким образом колебанием нагрузки, на поверхности появляются изменения высоты, характеризующиеся годовым периодом амплитудой 0,1–0,5 мм. В пространственном поведении уровня грунтовых вод от одного года к другому появляются значительные изменения, достигающие 1–1,5 м, что также может привести к смещениям поверхности. Изучались также гравитационные изменения и изменения уровня, происходящие в результате наполнения водоемов или изменения их уровня. Степень этих изменений в значительной мере зависит от площади поверхности и глубины массы воды. Для случая наполнения водоема Кишкэре результаты проведенных вычислений показывают, что вблизи берега (на расстоянии до нескольких километров) появляются вертикальные смещения равные 1–2 мм, в то время, как на 15–20 км эти смещения имеют величины 0,2–0,3 мм. В прибрежной полосе шириной до 10 км, изменения поля силы тяжести характеризуются величиной порядка 0,01 мгал.

Подводя итоги можно сказать, что гравитационные эффекты и изменения уровней, вызываемые изучавшимися явлениями, при существующей точности наших приборов, в ощущаемой мере не влияют на результаты наших измерений.

Палеомагнитные исследования

По поручению Центрального геологического управления проведен палеомагнитный анализ 150 образцов палеозойских отложений, взятых в районах гор Бюкк, Сендрэ и Уппонь. По устойчивым намагничениям, полученным путем размагничивания переменным током, для групп образцов было определено среднее направление намагничения при существующем тектоническом положении (до ввода поправки за наклоны) и для горизонтального положения пластов (после ввода поправок за наклоны). По этим данным вычислялись наклонение, склонение а также положения магнитного полюса, по районам.

Из рис. 64 видно, что положение полюса, определенное по образцам, взятым из района гор Сендрэ, как до, так и после ввода поправок, может приниматься как продолжение кривой перемещения полюсов, известной для Африки. Преобладающая отрицательная полярность намагничения соответствует полярности магнитного поля, господствовавшей в девоне.

Определение полюса для гор Бюкк, после ввода поправок, дало результаты, подобные отрезку Африканской кривой перемещения полюса, действительному для периода от верхней перми до нижнего триаса.

Полюс, характерный для гор Уппонь, ни до, ни после ввода поправок, не может интерпретироваться ни в устойчивой европейской, ни в африканской тектонической системе. В то же время, по полюсам, полученным

для гор Сендрэ и Бюкк, можно судить об участии этих гор в движениях, подобных Среднегорью Забудайской области. В районе Моральской глибы из 6 участков (рис. 65) были взяты образцы петрографически неоднородных гранитоидов и аплитовых жил и бостонита, которые были подвергнуты детальному анализу по терморазмагничению. Путем анализа намагничения гранитоидов, исчезающего в различных диапазонах температуры, было определено направление намагничения, приурочивающегося к титаномагнетиту, которое оказывается одинаковым для каждого из 6 участков взятия образцов:

$$\bar{D}=188,1^{\circ} \quad \bar{I}=18,1^{\circ} \quad K=11 \quad \alpha_{95}=8,1^{\circ}$$

где K и α – статистические характеристики среднего направления. Положение магнитного полюса, подсчитанное по этому направлению, близко к отрезкам устойчивой европейской кривой перемещения полюсов, соответствующим 280–300 миллионам и 1450 миллионам лет, соответственно. О положении полюса в период между карбоном и докембрием нельзя судить по одним палеомагнитным данным. Обработка данных для гранитовых аплитов, бостонитов, а также анализ намагничения гранитоидов при более низких температурах, осуществляются в настоящее время.

В рамках геофизического изучения гор Дуназуг проводились полеомагнитные исследования туфов и туфитов. Во всех случаях, когда размагнические переменным током не оказалось эффективным, было выполнено и подробное термонамагничение. Путем комбинации двух методов намагничение, характерное для изучавшихся горных пород, было определено для больше групп образцов по сравнению с предыдущими годами. Поскольку все проанализированные образцы туфов и туфитов проявили отрицательное намагничение, можно делать заключение о том, что большинство не только субвулканических отложений, но и отложений с рассеянным веществом, образовалось в обратном магнитном поле.

По геодезической гравиметрии, в рамках чехословацко-венгерского двухстороннего сотрудничества, были проведены работы по повторному замеру Карпатского полигона, созданного в 1973 г. Наблюдения проводились 8 гравиметрами типа Шарп и 4 гравиметрами типа Уорден. Обработка данных выполняется в настоящее время.

В течение отчетного года было проведено определение абсолютной величины 9 с среднеквадратической погрешностью ± 14 мкгал, на реперной главной гравиметрической точке Шиклош. Измерения проводились советской партией с использованием переносного лазерного гравиметра, разработанного в СССР и работающего на принципе свободного падения.

В сети гравиметрических опорных пунктов II-го порядка, созданной в 1951–1955 гг., приблизительно две трети пунктов с тех пор уничтожились. Для дополнения опорной сети начаты работы по созданию опорных

гравиметрических пунктов, закрепленных бетонными столбами, в заповедных участках (вблизи церквей, памятников).

Для изучения современных движений земной коры Венгерская геодезическая служба создала нивелировочную сеть с достоверностью, превышающей даже требования, предъявляемые к точности сети первого класса. Цель изучения вертикальных движений земной коры заключается в определении численных величин вертикальных движений коры на территории Венгрии, с одной стороны, и в исследовании вертикального движения крупных континентальных плит, в сотрудничестве с социалистическими странами Восточной Европы – с другой.

При определении высотных отметок опорных пунктов этой сети, кроме нивелировочных работ было проведено и измерение ускорения силы тяжести. Эти измерения имели двойную цель:

- определение величин ускорения силы тяжести, необходимых для вычисления нормальных высотных отметок опорных пунктов;
- сбор данных наблюдений для изучения прочих явлений, связанных с движениями коры и других физических процессов (напр. изменения, происходящие в форме, положении потенциальных поверхностей поля силы тяжести, в величинах силы тяжести и т. п.).

По профилям нивелировочной сети, созданной для изучения движений коры (рис. 66) ускорение силы тяжести измерялось при помощи двух гравиметров типа Шарп в период с 1973 по 1978 гг. Работы по обработке данных наблюдений переходят на 1979 г.

Для обработки на ЭВМ графической информации (фотозаписей и карт) была создана установка для представления в цифровой форме (рис. 67). Цифровой преобразователь задает значения координат положения крестика на катушке отсчета в произвольной точке рабочей поверхности площадью 480×480 мм с точностью в 0,1 мм. К установке в качестве внешнего устройства может быть подключен перфоратор или цифровой магнитофон. В этом случае координаты помимо визуального отсчета фиксируются также и на носителе информации.

Имеются два режима работы: отсчитывание по точкам и непрерывная автоматическая работа. При автоматическом режиме установка закрывает доступ лишних данных на носитель информации. В таком режиме может быть установлена такая густота сетки, при превышении которой произойдет запись информации.

Данные на выходе регистрируются в формате, подходящей для программ на языке Фортран, причем имеется возможность выбора из двух запрограммированных кодов.

С клавиатуры установки имеется возможность введения снаружи добавочной информации, с помощью которой обработка данных ускоряется и упрощается.

ДОПОЛНЕНИЕ

В настоящее время библиотека Института имеет 21 009 книг и журналов и 29 253 прочие публикации. За 1978 г. фонд библиотеки был увеличен на 525 книг, 438 выпусков (2192 номеров) журналов, 1173 документации и 350 проспектов. В рамках международного обмена публикациями было получено 529, и выслано 660 публикаций в 511 адресов 58 стран. Приобретено 5 новых журналов.

За отчетный год услугами библиотеки пользовался 5181 читатель-абонент.

*

Были подготовлены к печати и опубликованы Годовой отчет Геофизического института за 1977 г. и том Анналов Тиханьской геофизической обсерватории за 1977 г.

Опубликованы вып. 25 Геофизического Бюллетеня и первый номер Бюллетеня Рабочей группы № 3.3 КАПГ (Изучение земных приливов, № 1).

J E G Y Z E T



Egyetemi Nyomda — 80.5354 Budapest, 1980.
Felelős vezető: Sümeghi Zoltán igazgató

